



**Joana Margarida Mateus Gomes**

Licenciada em Ciências de Engenharia do Ambiente

## **Influência de parâmetros operacionais na formação de trihalometanos em águas residuais desinfetadas com cloro**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia do Ambiente, Perfil Engenharia Sanitária

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Doutora Leonor Miranda Monteiro do Amaral, Professora  
Auxiliar, FCT-UNL

Co-orientador: Engenheiro José Filipe Pacheco, SIMARSUL

**Júri:**

**Presidente e Arguente:** Prof. Doutor António Pedro de Macedo Coimbra Mano

**Vogais:** Prof. Doutora Rita Maurício Rodrigues Rosa  
Engenheiro José Filipe Pacheco



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Março 2019**



**Influência de parâmetros operacionais na formação de trihalometanos em águas residuais desinfetadas com cloro**

© Copyright em nome de Joana Margarida Mateus Gomes, da FCT e da UNL, 2019.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.





## **Agradecimentos**

À professora Leonor Amaral por todo o apoio, disponibilidade e atenção prestada. Pela orientação e revisão deste trabalho.

Ao engenheiro José Pacheco da SIMARSUL, pela oportunidade da realização deste trabalho, por toda a ajuda, pelo tempo disponibilizado, pelos conselhos, e pela partilha do seu conhecimento.

À engenheira Olga Paredes, pela oportunidade de realização dos ensaios experimentais no laboratório da ETAR da Quinta do Conde, e pela sua disponibilidade. Assim como às técnicas de laboratório, Joana, Catarina e Lúcia, por toda a ajuda e auxílio na realização dos ensaios laboratoriais.

À minha família, por toda a preocupação, apoio e disponibilidade. E por estarem presentes nesta etapa importante da minha vida académica.



## **Resumo**

A desinfecção das águas residuais tem como objetivo a remoção de organismos patogénicos. O cloro, de todos os desinfetantes químicos, é o mais frequentemente utilizado a nível mundial. É também o mais viável sob o ponto de vista económico. No entanto, a utilização do cloro como desinfetante resulta na formação de subprodutos organohalogenados.

Dentro destes subprodutos, os trihalometanos são um grupo de compostos orgânicos voláteis classificados como subprodutos de desinfecção por cloro. São formados durante a cloragem da água, quando o cloro reage naturalmente com a matéria orgânica, principalmente com os ácidos húmicos e fúlvicos. Estes constituem um potencial risco para a saúde pública e para o ambiente, sendo considerados cancerígenos e tóxicos. Como tal o seu controlo é importante.

O principal objetivo deste trabalho consiste no estudo da formação de trihalometanos em águas residuais. Para tal, foram desinfetadas amostras de água residual com diferentes concentrações de cloro, de modo a se perceber o impacto desta concentração na formação de trihalometanos. Foi também estudada a influência do tempo de contacto na formação destes compostos.

No estudo da formação de trihalometanos, pode-se concluir que existe um aumento na formação de trihalometanos com o aumento da concentração de cloro e do tempo de contacto. A primeira espécie de trihalometanos que se forma é o clorofórmio. As espécies bromadas só se começam a formar para concentrações de cloro elevadas. No entanto, para concentrações baixas, até 10 mg/l, não existiram evidências de formação de qualquer espécie de trihalometanos.

O tempo de contacto é também uma variável importante na formação de trihalometanos. Os resultados mostram que apesar da formação inicial ocorrer muito rapidamente, formam-se concentrações baixas destes compostos, sendo necessários elevados tempos de contacto para existir uma formação mais significativa.

Palavras chave: Desinfecção; Cloro; Águas residuais; Trihalometanos



## **Abstract**

Wastewater disinfection is aimed at the removal of pathogenic organisms. Chlorine, of all chemical disinfectants, is the most frequently used worldwide. It is also the most economically viable. However, the use of chlorine as a disinfectant results in the formation of organohalogenated byproducts.

Within these by-products, trihalomethanes are a group of volatile organic compounds classified as chlorine disinfection byproducts. They are formed during the chlorination of water, when chlorine naturally reacts with organic matter, especially with humic and fulvic acids. These are a potential hazard to public health and the environment and are considered carcinogenic and toxic. As such their control is important.

The main objective of this work is to study the formation of trihalomethanes in wastewater. For this purpose, residual water samples with different concentrations of chlorine were disinfected in order to detect the impact of this concentration on the formation of trihalomethanes. The influence of contact time on the formation of these compounds was also studied.

In the study of the formation of trihalomethanes, it can be concluded that there is an increase in the formation of trihalomethanes with the increase of the chlorine concentration and contact time. The first species of trihalomethanes that forms is chloroform. Brominated species only begin forming at high chlorine concentrations. However, at low concentrations, up to 10 mg/l, there was no evidence of formation of any trihalomethanes.

Contact time is also an important variable in the formation of trihalomethanes. The results show that, although the initial formation occurs very rapidly, low concentrations of these compounds are formed, with high contact times being required for a more significant formation.

**Keywords:** Disinfection; Chlorine; Wastewater; Trihalomethanes



## Índice

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	25
<b>2</b>	<b>Objetivo</b>	27
<b>3</b>	<b>Desinfecção de águas residuais urbanas</b>	29
3.1	Água Residual Urbana	29
3.2	Legislação relativa ao tratamento de águas residuais	33
3.3	Sistemas de desinfecção de águas residuais urbanas	36
3.3.1	Desinfecção por cloro	40
3.3.2	Desinfecção por radiação ultravioleta	45
3.4	Subprodutos de desinfecção por cloragem	48
3.4.1	Formação de trihalometanos	51
3.4.2	Determinação de trihalometanos	55
3.4.3	Mecanismos para a remoção de trihalometanos e precursores de trihalometanos	58
3.4.4	Controlo dos trihalometanos em águas residuais	63
3.4.5	Efeitos na saúde associados aos trihalometanos	64
<b>4</b>	<b>Metodologia</b>	67
4.1	Caso de estudo: ETAR Barreiro/Moita - caracterização geral do sistema de tratamento da ETAR	67
4.2	Caracterização qualitativa e quantitativa do efluente	68
4.3	Exigências de qualidade do efluente a descarregar no meio recetor	69
4.4	Plano Experimental e implementação	69
<b>5</b>	<b>Resultados e discussão</b>	75
5.1	Concentração de cloro doseada	75
5.2	Formação de trihalometanos	76
5.2.1	Formação em função da dose (tempo de reação não controlado)	77
5.2.2	Tempo de reação controlado	88
5.2.3	Síntese relativa à dose de cloro	92
5.3	Variação do cloro total, combinado e livre	93
5.4	Concentração de amónia	99
5.5	Relação entre a amónia, o cloro combinado e os trihalometanos formados	102

5.6	pH.....	105
5.7	Carência química de oxigênio .....	106
5.8	Condutividade .....	106
5.9	Sólidos suspensos totais.....	107
<b>6</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>109</b>
<b>7</b>	<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>111</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>115</b>
8.1	Anexo I .....	117
8.2	Anexo II .....	119



## Índice de figuras

Figura 3.1 - Curva teórica de cloração (breakpoint) .....	42
Figura 3.2 - Espectro electromagnético.....	45
Figura 3.3 - Estruturas químicas dos trihalometanos .....	52
Figura 3.4 - Remoção por arejamento difuso, de quatro espécies de trihalometanos, em função da relação ar/água a 20°C (A) e 1°C (B) .....	61
Figura 4.1 - Diagrama linear simplificado da ETAR Barreiro/Moita .....	68
Figura 5.1 - Ensaio 1- Concentração de trihalometanos totais em função da concentração de cloro.....	77
Figura 5.2 - Ensaio 1- Concentração de clorofórmio em função da concentração de cloro.....	78
Figura 5.3 - Ensaio 1- Concentração de trihalometanos bromados em função da concentração de cloro.....	79
Figura 5.4 - Ensaio 2- Concentração de trihalometanos totais em função da concentração de cloro.....	81
Figura 5.5 - Ensaio 2- Concentração de clorofórmio em função da concentração de cloro.....	82
Figura 5.6 - Ensaio 2- Concentração de trihalometanos bromados em função da concentração de cloro.....	83
Figura 5.7 - Ensaio 4- Concentração de trihalometanos totais em função da concentração de cloro.....	84
Figura 5.8 - Ensaio 5- Concentração de trihalometanos totais em função da concentração de cloro.....	85
Figura 5.9 - Ensaio 5- Concentração de clorofórmio em função da concentração de cloro.....	86
Figura 5.10 - Ensaio 5- Concentração de trihalometanos bromados em função da concentração de cloro, .....	87
Figura 5.11 - Formação de clorofórmio ao longo do tempo, para uma concentração de cloro de 8.7 mg/l.....	89
Figura 5.12 - Formação de clorofórmio ao longo do tempo, para uma concentração de cloro de 86.2 mg/l.....	90
Figura 5.13 - Formação de clorofórmio ao longo do tempo, para uma concentração de cloro de 131 mg/l.....	91
Figura 5.14 -Ensaio 1- Variação da concentração das várias formas de cloro em função do cloro doseado.....	94
Figura 5.15 - Ensaio 2 - Variação da concentração das várias formas de cloro em função do cloro doseado.....	95
Figura 5.16 - Ensaio 4 - Variação da concentração das várias formas de cloro em função do cloro doseado.....	96

Figura 5.17 - Ensaio 5 - Variação da concentração das várias formas de cloro em função do cloro doseado.....	97
Figura 5.18 - Variação do cloro total em função da concentração de cloro doseada.....	99
Figura 5.19 - Ensaio 2 - Variação da concentração de amónia em função da concentração de cloro doseada.....	100
Figura 5.20 - Ensaio 4 - Variação da concentração de amónia em função da concentração de cloro doseada,.....	100
Figura 5.21 - Ensaio 5 - Variação da concentração de amónia em função da concentração de cloro doseada.....	101
Figura 5.22 - Ensaio 2- Formação de cloro combinado e concentração de amónia em função da concentração de cloro doseada .....	102
Figura 5.23 - Ensaio 2 - Formação de trihalometanos e concentração de amónia em função da concentração de cloro doseada .....	103
Figura 5.24 - Ensaio 2 - Formação de trihalometanos e cloro combinado em função da concentração de cloro doseada .....	104
Figura 5.25 - Variação do pH em função da concentração de cloro doseada.....	105
Figura 5.26 - Ensaios 1 e 2- Variação da CQO em função da concentração de cloro doseada .	106
Figura 5.27 - Ensaio 2- Variação da condutividade em função da concentração de cloro.....	107
Figura II 1 - Boletim de análise do cloro ativo para o ensaio 1 .....	119
Figura II 2 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 0 mg/l, ensaio 1 .....	120
Figura II 3 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 0 mg/l, ensaio 1 .....	121
Figura II 4 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 9.8 mg/l, ensaio 1 .....	122
Figura II 5 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 9.8 mg/l, ensaio 1 .....	123
Figura II 6 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 19.7 mg/l, ensaio 1 .....	124
Figura II 7 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 19.7 mg/l, ensaio 1 .....	125
Figura II 8 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 49.2 mg/l, ensaio 1 .....	126
Figura II 9 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 49.2 mg/l, ensaio 1 .....	127
Figura II 10 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 98.5 mg/l, ensaio 1 .....	128

Figura II 11 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 98.5 mg/l, ensaio 1 .....	129
Figura II 12 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 0 mg/l, ensaio 2 .....	130
Figura II 13 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 0 mg/l, ensaio 2 .....	131
Figura II 14 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 45.2 mg/l, ensaio 2 .....	132
Figura II 15 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 45.2 mg/l, ensaio 2 .....	133
Figura II 16 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 67.8 mg/l, ensaio 2 .....	134
Figura II 17 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 67.8 mg/l, ensaio 2 .....	135
Figura II 18 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 90.4 mg/l, ensaio 2 .....	136
Figura II 19 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 90.4 mg/l, ensaio 2 .....	137
Figura II 20 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 90.4 mg/l + Metabissulfito – 5 min, ensaio 2 .....	138
Figura II 21 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 90.4 mg/l + Metabissulfito – 5 min, ensaio 2 .....	139
Figura II 22 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 113.1 mg/l, ensaio 2 .....	140
Figura II 23 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 113.1 mg/l, ensaio 2 .....	141
Figura II 24 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 96.9 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 3 .....	142
Figura II 25 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 96.9 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 3 .....	143
Figura II 26 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 96.9 mg/l - 0 min agitação, ensaio 3 .....	144
Figura II 27 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 96.9 mg/l - 0 min agitação, ensaio 3 .....	145
Figura II 28 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 96.9 mg/l - 1 min agitação, ensaio 3 .....	146
Figura II 29 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 96.9 mg/l - 1 min agitação, ensaio 3 .....	147
Figura II 30 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 96.9 mg/l - 2 min agitação, ensaio 3 .....	148

Figura II 31 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 96.9 mg/l - 2 min agitação, ensaio 3 .....	149
Figura II 32- Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 96.9 mg/l - 3 min agitação, ensaio 3.....	150
Figura II 33 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 96.9 mg/l - 3 min agitação, ensaio 3 .....	151
Figura II 34- Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 96.9 mg/l - 5 min agitação, ensaio 3.....	152
Figura II 35 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 96.9 mg/l - 5 min agitação, ensaio 3 .....	153
Figura II 36 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 0 mg/l, ensaio 4 .....	154
Figura II 37 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 0 mg/l, ensaio 4 .....	155
Figura II 38 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 4.3 mg/l, ensaio 4 .....	156
Figura II 39 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 4.3 mg/l, ensaio 4 .....	157
Figura II 40 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 17.2 mg/l, ensaio 4 .....	158
Figura II 41- Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 17.2 mg/l, ensaio 4.....	159
Figura II 42 -- Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 25.9 mg/l, ensaio 4 .....	160
Figura II 43 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 25.9 mg/l, ensaio 4.....	161
Figura II 44 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 34.5 mg/l, ensaio 4 .....	162
Figura II 45 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 34.5 mg/l, ensaio 4.....	163
Figura II 46 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 86.2 mg/l + Metabissulfito – 1 min, ensaio 4 .....	164
Figura II 47 -Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 86.2 mg/l + Metabissulfito – 1 min, ensaio 4 .....	165
Figura II 48 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 86.2 mg/l + Metabissulfito – 5 min, ensaio 4 .....	166
Figura II 49 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 86.2 mg/l + Metabissulfito – 5 min, ensaio 4 .....	167
Figura II 50 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 86.2 mg/l + Metabissulfito – 15 min, ensaio 4 .....	168

Figura II 51 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 86.2 mg/l + Metabissulfito – 15 min, ensaio 4 .....	169
Figura II 52 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 86.2 mg/l + Metabissulfito – 30 min, ensaio 4 .....	170
Figura II 53 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 86.2 mg/l + Metabissulfito – 30 min, ensaio 4 .....	171
Figura II 54 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 86.2 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 4 .....	172
Figura II 55 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 86.2 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 4 .....	173
Figura II 56 - Boletim de análise do cloro ativo para o ensaio 5.....	174
Figura II 57 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 0 mg/l, ensaio 5 .....	175
Figura II 58 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 0 mg/l, ensaio 5 .....	176
Figura II 59 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 4.4 mg/l, ensaio 5 .....	177
Figura II 60 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 4.4 mg/l, ensaio 5 .....	178
Figura II 61 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 8.7 mg/l, ensaio 5 .....	179
Figura II 62 - Boletim de análise do cloro livre , combinado e total para a concentração de cloro doseada de 8.7 mg/l, ensaio 5 .....	180
Figura II 63 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 43.7 mg/l, ensaio 5 .....	181
Figura II 64 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 43.7 mg/l, ensaio 5 .....	182
Figura II 65 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 52.4 mg/l, ensaio 5 .....	183
Figura II 66 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 52.4 mg/l, ensaio 5 .....	184
Figura II 67 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 69.9 mg/l, ensaio 5 .....	185
Figura II 68 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 69.9 mg/l, ensaio 5 .....	186
Figura II 69 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 109.2 mg/l, ensaio 5 .....	187
Figura II 70 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 109.2 mg/l, ensaio 5 .....	188

Figura II 71 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 131 mg/l, ensaio 5 .....	189
Figura II 72 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l, ensaio 5 .....	190
Figura II 73 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 131 mg/l + Metabissulfito – 15 min, ensaio 5 .....	191
Figura II 74 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l + Metabissulfito – 15 min, ensaio 5 .....	192
Figura II 75 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 131 mg/l + Metabissulfito – 30 min, ensaio 5 .....	193
Figura II 76 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l + Metabissulfito – 30 min, ensaio 5 .....	194
Figura II 77 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 131 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 5 .....	195
Figura II 78 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 5 .....	196
Figura II 79 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 131 mg/l + Metabissulfito – 90 min, ensaio 5 .....	197
Figura II 80 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l + Metabissulfito – 90 min, ensaio 5 .....	198
Figura II 81 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 131 mg/l + Metabissulfito – 120 min, ensaio 5 .....	199
Figura II 82 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l + Metabissulfito – 120 min, ensaio 5 .....	200
Figura II 83 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 8.7 mg/l + Metabissulfito – 15 min, ensaio 5 .....	201
Figura II 84 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 8.7 mg/l + Metabissulfito – 15 min, ensaio 5 .....	202
Figura II 85 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 8.7 mg/l + Metabissulfito – 30 min, ensaio 5 .....	203
Figura II 86 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 8.7 mg/l + Metabissulfito – 30 min, ensaio 5 .....	204
Figura II 87 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 8.7 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 5 .....	205
Figura II 88 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 8.7 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 5 .....	206
Figura II 89 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 8.7 mg/l + Metabissulfito – 90 min, ensaio 5 .....	207
Figura II 90 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 8.7 mg/l + Metabissulfito – 90 min, ensaio 5 .....	208

Figura II 91 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 8.7 mg/l + Metabissulfito – 120 min, ensaio 5 .....	209
Figura II 92 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 8.7 mg/l + Metabissulfito – 120 min, ensaio 5 .....	210





## Índice de tabelas

Tabela 3.1- Grupos de organismos patogénicos e doenças transmitidas na água residual não tratada .....	32
Tabela 3.2 - Requisitos para as descargas do efluente das estações de tratamento de águas residuais sujeitas ao disposto nos artigos 5º e 6º do Decreto-Lei nº 152/97 .....	33
Tabela 3.3 - Requisitos do Decreto-Lei n.º 152/97 para as descargas das estações de tratamento de águas residuais em zonas sensíveis sujeitas a eutrofização.....	34
Tabela 3.4 - Valores limite de emissão na descarga de águas residuais.....	34
Tabela 3.5 - Qualidade microbiológica das águas balneares.....	35
Tabela 3.6 - Comparação dos coliformes totais e fecais nas diferentes etapas de tratamento de águas residuais .....	37
Tabela 3.7 - Características de um desinfetante ideal .....	38
Tabela 3.8 - Comparação das tecnologias utilizadas na desinfecção de água residual urbana..	39
Tabela 3.9 - Distribuição relativa do HOCl e OCl- com o pH a 20°C.....	41
Tabela 3.10 - Concentrações de cloro necessárias para a desinfecção apropriada de águas residuais .....	42
Tabela 3.11 - Coliformes totais remanescentes em efluentes primário e secundário .....	43
Tabela 3.12 - Vantagens e desvantagens da desinfecção por cloro e por dióxido de cloro .....	44
Tabela 3.13 - Vantagens e desvantagens da desinfecção por radiação UV.....	48
Tabela 3.14 - Subprodutos de desinfecção formados durante a aplicação de cloro, cloraminas e dióxido de cloro .....	50
Tabela 3.15 - Propriedades físico-químicas dos trihalometanos .....	52
Tabela 3.16 - Constantes de Henry para cada tipo de trihalometanos .....	60
Tabela 4.1 - Características do afluente para efeitos de dimensionamento.....	68
Tabela 4.2 - Exigências de qualidade para o efluente tratado na ETAR do Barreiro/Moita .....	69
Tabela 4.3 - Parâmetros e métodos utilizados durante o procedimento experimental.....	70
Tabela 4.4 - Parâmetros determinados em cada ensaio experimental realizado.....	71
Tabela 4.5 - Concentrações de cloro doseadas no primeiro ensaio .....	71
Tabela 4.6 - Concentrações de cloro doseadas e tempos de contacto referentes ao segundo ensaio.....	72
Tabela 4.7 - Concentrações de cloro doseadas, tempos de contacto e tempos de agitação relativos ao terceiro ensaio .....	72

Tabela 4.8 - Concentrações de cloro doseadas e tempos de contacto referentes ao quarto ensaio .....	73
Tabela 4.9 - Concentrações de cloro doseadas e tempos de contacto referentes ao quinto ensaio .....	74
Tabela 5.1 - Correção das concentrações de cloro doseadas .....	76
Tabela 5.2 - Valores máximos, mínimos e médios para cada espécie de trihalometanos .....	93
 Tabela I 1 - Resultados do ensaio 3 .....	 117

## **Abreviaturas e simbologia**

### **Unidades:**

CF/100 ml- Coliformes fecais por 100 mililitros;

nm – nanómetro;

NMP/100 ml – número mais provável por 100 mililitros;

mg/l – miligrama por litro;

ufc- unidades formadoras de colónias;

µg/l- micrograma por litro;

### **Compostos, fórmulas e abreviaturas químicas:**

THM- trihalometanos;

ADN- Ácido desoxirribonucleico;

ARN- Ácido ribonucleico;

AHA- Ácidos Haloacéticos;

E.coli- Escherichia coli;

ETAR - Estação de tratamento de águas residuais;

CBO<sub>5</sub> - Carência Bioquímica de Oxigénio;

CQO - Carência química de oxigénio;

SST- Sólidos suspensos totais;

UV- Ultravioleta;

MON- Matéria orgânica natural;

MOD- Matéria orgânica dissolvida;

USEPA- United States Environmental Protection Agency (agência de proteção do ambiente dos Estados Unidos)



# 1 Introdução

O crescimento populacional das últimas décadas originou um rápido desenvolvimento dos sectores industrial e agrícola. A produção intensiva inerente a este desenvolvimento originou um aumento do volume de águas residuais, de origem industrial e doméstica. As doenças infecciosas associadas à água são uma das principais causas de morbilidade e mortalidade em todo o mundo (Alegria et al., 1998; WHO, 2003). Fruto do desenvolvimento surgiram e passaram a estar presentes um vasto número de micropoluentes nas águas residuais com efeitos reconhecidamente nefastos para a saúde pública.

A poluição consiste na acumulação e nos efeitos nocivos de contaminantes ou poluentes na saúde humana, bem-estar e/ou ambiente (Kavouras & Anastasiou, 2010). A poluição hídrica envolve a contaminação de massas de água, como por exemplo, rios, lagos, lençóis freáticos e mares. Para além destes contaminantes, existem ainda os microcontaminantes que incluem produtos farmacêuticos e de higiene pessoal, subprodutos da desinfecção e compostos desreguladores endócrinos. A maioria dos casos de poluição da água afetam adversamente, não apenas os indivíduos e a população, mas também a vida selvagem (Zainudin et al, 2017).

O principal objetivo de uma estação de tratamento de águas residuais (ETAR) é tratar o fluxo de água recebido de modo a que o efluente final possua uma qualidade aceitável para poder ser descarregado no meio ambiente.

A desinfecção das águas residuais é o processo que tem o propósito de reduzir a quantidade de microrganismos patogénicos, eliminando-os ou reduzindo-os até um nível compatível com a proteção da saúde pública, antes da descarga no meio recetor ou da sua reutilização (Monte et al., 2016; Sun et al., 2009b; X. Wang et al., 2012).

A desinfecção por radiação ultravioleta (UV) tem-se constituído como o processo de desinfecção mais comum, no entanto, não garante um poder de desinfecção residual, a sua eficiência de desinfecção é bastante dependente das características do efluente e tem custos de exploração e manutenção muito elevados. Devido a estes fatores, a desinfecção por cloro, tem vindo a ser novamente utilizada, tal como já se verificou no passado, sendo que foi uma forma de desinfecção tradicionalmente aplicada.

A desinfecção com cloro dispõe de inúmeras vantagens, como a inativação de um amplo espectro de organismos patogénicos, a garantia de um poder de desinfecção residual e o seu custo de operação e manutenção ser relativamente baixo. No entanto, durante o processo de desinfecção por cloro, este pode reagir com a matéria orgânica presente na água levando à formação de subprodutos de desinfecção. Muitos desses subprodutos foram identificados como sendo suscetíveis de provocar efeitos adversos nas populações, visto que apresentam um potencial genotóxico e cancerígeno elevado (Sun et al., 2009a, 2009b).

Contudo, de modo a garantir que a utilização de cloro como desinfetante constitui uma forma de desinfecção viável e sem risco tanto para a saúde pública, como para o meio ambiente é necessário compreender os mecanismos de formação dos subprodutos, de modo a ser possível exercer um controlo sobre a formação dos mesmos. Uma vez formados estes subprodutos, é de extrema importância que estes sejam removidos do efluente, recorrendo a mecanismos para esse fim, de modo a não serem descarregados no meio recetor, garantindo que o efluente tratado cumpre as normas de qualidade.

## 2 Objetivo

O presente trabalho foi desenvolvido em parceria com uma entidade responsável pela gestão e exploração do Sistema Multimunicipal de Saneamento de Águas Residuais da Península de Setúbal, a SIMARSUL. O caso de estudo da presente dissertação foi a estação de tratamento de águas residuais do Barreiro/Moita, gerida pela SIMARSUL. Devido a dificuldades de operação e manutenção no sistema de desinfecção por UV's na ETAR Barreiro/Moita, que tendem a reduzir a fiabilidade do processo, têm vindo a ser estudados métodos alternativos de desinfecção, sendo um destes métodos a desinfecção por cloro. Deste modo, este estudo visa uma análise detalhada dos processos associados à utilização de hipoclorito de sódio enquanto agente desinfetante de águas residuais tratadas, permitindo desta forma uma utilização segura, eficiente e adequada deste reagente, com o intuito de proteger as massas de água contra a poluição causada por poluentes específicos, como os subprodutos de desinfecção, nomeadamente os trihalometanos, resultantes das reações secundárias da desinfecção da água por cloração.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a formação de subprodutos da desinfecção, em particular os trihalometanos, em amostras de água residual desinfetadas com diferentes concentrações de cloro. Para além das várias concentrações de cloro doseadas, analisou-se também a influência do tempo de contacto na formação destes compostos. Tentando, desta forma, relacionar as concentrações de cloro e os tempos de contacto com a formação de trihalometanos.





## **3 Desinfecção de águas residuais urbanas**

### **3.1 Água Residual Urbana**

A partir do século XIX a evacuação das águas residuais tornou-se corrente nas maiores cidades da Europa e dos EUA, as quais foram equipadas com redes de coletores que conduziam as águas residuais para as linhas de água mais próximas. A consequente poluição dos rios, a perda de qualidade de vida e a comprovação de risco para a saúde pública (com a descoberta, pelo médico J. Snow, da causa da epidemia de cólera, ocorrida em Londres, em 1849) conduziu à construção das primeiras estações de tratamento de águas residuais (ETAR). As ETAR são infraestruturas destinadas a reduzir a carga poluente das águas residuais, de modo a que a descarga do efluente tratado não afete negativamente o meio recetor, sendo assim, importantes instrumentos de proteção ambiental (Monte et al., 2016).

De acordo com o Decreto-Lei n.º 152/97 das águas residuais são classificadas em:

- Águas residuais domésticas: as águas residuais de serviços e de instalações residenciais, essencialmente provenientes do metabolismo humano e de atividades domésticas;
- Águas residuais industriais: as águas residuais provenientes de qualquer tipo de atividade que não possam ser classificadas como águas residuais domésticas nem sejam águas pluviais;
- Águas residuais urbanas: as águas residuais domésticas ou a mistura destas com águas residuais industriais e ou com águas pluviais;

Os constituintes presentes na água residual são removidos por processos unitários físicos, químicos e biológicos. O tratamento de águas residuais é composto por uma série de etapas. Cada uma das etapas pode ser realizada usando um ou mais processos de tratamento ou tipos de equipamentos (Metcalf & Eddy, 2014; Spellman, 2009).

O tratamento preliminar consiste num conjunto de operações unitárias que se destinam à remoção de sólidos grosseiros, areias e gorduras. A principal função desta etapa é a remoção de materiais que possam danificar ou obstruir os equipamentos de processos subsequentes, assim como aumentar a confiabilidade e eficiência de todo o processo de tratamento (Metcalf & Eddy, 2014; Spellman, 2009).

O tratamento primário é definido como o tratamento das águas residuais urbanas por qualquer processo físico e ou químico que envolva a decantação das partículas sólidas em suspensão, ou por outro processo em que a CBO<sub>5</sub> (Carência Bioquímica de Oxigénio) das águas recebidas seja reduzida em, pelo menos, 20% antes da descarga e o total das partículas sólidas em

suspensão das águas recebidas seja reduzido em, pelo menos, 50% (Decreto-Lei n.º152/97 de 19 de Junho, 1997).

O tratamento secundário consiste no tratamento das águas residuais urbanas que envolve geralmente um tratamento biológico com decantação secundária, que permita respeitar os valores constantes no Decreto-Lei n.º 152/97 (tabela 3.2) (Decreto-Lei n.º152/97 de 19 de Junho, 1997).

O tratamento terciário complementa as etapas anteriores de tratamento, quando tal é exigido, quer pela qualidade do meio recetor, quer pelos usos previstos para o mesmo. Geralmente, o objetivo do tratamento terciário consiste na remoção de microrganismos patogénicos, a fim de proteger águas utilizadas para usos recreativos.(Monte et al., 2016).

O tratamento avançado tem como objetivo a remoção de poluentes presentes em concentrações residuais, como certas substâncias refratárias aos níveis de tratamento precedentes, ou podendo mesmo ter tido origem nessas mesmas etapas (Monte et al., 2016).

As características biológicas da água têm uma importância fundamental no controlo de doenças provocadas por organismos patogénicos de origem humana e, também, devido ao papel de bactérias e outros organismos na decomposição e estabilização da matéria orgânica e na transformação de compostos inorgânicos, tanto na natureza como nas estações de tratamento de águas residuais (Metcalf & Eddy, 2014).

Os microrganismos presentes na água residual não tratada incluem bactérias, fungos, algas, protozoários, helmintas, vírus e outros organismos microscópicos. Embora um grande número de microrganismos esteja sempre presente na água residual, outros podem estar presentes somente durante surtos de doenças. A concentração de microrganismos resultantes de um surto de doenças dependerá do número de habitantes que estão a eliminar os microrganismos (em fezes) e da duração de período de eliminação (Metcalf & Eddy, 2014).

Os organismos patogénicos encontrados na água residual podem ser excretados por seres humanos e animais infetados por doenças ou que sejam portadores de uma doença infecciosa particular. Os principais organismos patogénicos encontrados na água residual não tratada são responsáveis por causar determinadas doenças. As bactérias patogénicas de origem humana causam, tipicamente, doenças do trato gastrointestinal, como febre tifoide e paratifoide, disenteria, diarreia e cólera. Esses organismos são altamente infecciosos e por isso são responsáveis por milhares de mortes por ano em países onde as condições de saneamento são precárias (Metcalf & Eddy, 2014).

Em geral, os organismos patogénicos crescem e multiplicam-se rapidamente no corpo humano e tendem a morrer rapidamente na natureza. De modo a determinar a presença de organismos patogénicos na água residual tratada, existe a necessidade de encontrar um grupo de

organismos indicadores de forma medir o potencial de uma água para transmitir doenças. O organismo indicador ideal deve ter as seguintes características (Qasim, 1999) :

- A detecção deve ser rápida, simples e reprodutível;
- Os resultados devem ser aplicáveis a todas as águas, ou seja, os números devem ser correlacionados com o grau de poluição (maior número em águas residuais e menor em águas não poluídas);
- O organismo deve ter maior ou igual tempo de sobrevivência, e estar presente em maior número do que os organismos patogénicos;
- Não deve crescer na natureza;
- Deve ser inofensivo para o ser humano.

Alguns dos principais organismos patogénicos, presentes na água residual urbana não tratada, as doenças que lhe são associadas e os seus sintomas são apresentados na tabela 3.1.

Tabela 3.1- Grupos de organismos patogênicos e doenças transmitidas na água residual não tratada ( Fonte: Metcalf & Eddy, 2014)

Organismo	Doença	Observações/Sintomas
<b>Bactérias:</b>		
Campylobacter jejuni	Gastroenterite	Diarreia
E. coli patogénica	Gastroenterite	Diarreia
Legionella pneumophila	Doença do legionário	Mal-estar, mialgia, dor de cabeça, doença respiratória
Leptospira (spp.)	Leptospirose	Icterícia, febre (doença de Weil)
Salmonella typhi	Febre tifóide	Febres altas, episódios diarreicos, úlcera intestinal
Salmonella (<2.100 serótipos)	Salmoneloses	Intoxicação alimentar
Shigella (4 spp.)	Shigelose	Disenteria bacilar
Vibrio cholerae	Cólera	Diarreia grave, desidratação
Yersinia enterocolitica	Lersiniose	Diarreia, septicemia
<b>Protozoários:</b>		
Balantidium coli	Balantidiose	Diarreia, disenteria, úlcera do cólon
Cryptosporidium parvum	Criptosporidíase	Diarreia
Cyclospora cayetanensis	Ciclosporoze	Diarreia grave, dores de estomago, náuseas e vômitos prolongados
Entamoeba histolytica	Amebíase (disenteria amébrica)	Diarreia prolongada com sangramento, abscessos do fígado e intestino delgado, úlcera do cólon
Giardia lamblia	Giardiase	Diarreia, náuseas, indigestão
<b>Helmintas:</b>		
Ascaris lumbricoides	Ascaridíase	Infestação de lombrigas
Enterobius vermicularis	Enterobíase	Lombriga pequena
F asciola hepatica	Fasciolíase	Parasita achatado
Hymenolepis nana	Himenolepiíase	Ténia anã
Taenia saginata	Teníase	Ténia hospeda no boi
T. solium	Teníase	Ténia hospeda no porco
Trichuris trichiura	Tricuríase	Lombriga
<b>Vírus:</b>		
Adenovírus (31 tipos)	Doenças respiratórias, doenças gastrointestinais	
Calivírus	Gastroenterites, diarreias	
Ecovírus	Infecções respiratórias, meningite asséptica, diarreia, pericardite, miocardite, febre.	
Enterovírus	Gastroenterite, meningites, problemas cardíacos	
Vírus hepatite A	Hepatite infecciosa	Icterícia, febre
Norovírus	Gastroenterite	Vômitos
Parvovírus (2 tipos)	Gastroenterite	
Poliovírus	Paralisia, meningite asséptica	
Rotavírus	Gastroenterite	

O tratamento de águas residuais é planeado de modo a maximizar a utilização de processos de purificação naturais adaptados à escala industrial. Tipicamente as estações de tratamento de água residual tentam alcançar diversos objetivos (Spellman, 2009):

- Proteger a saúde pública;
- Proteger o abastecimento público de água;
- Proteger a vida aquática;
- Proteger os solos adjacentes.

### 3.2 Legislação relativa ao tratamento de águas residuais

Segundo o Decreto-Lei n.º 152/97, a qualidade pretendida para as águas residuais tratadas é a requerida na licença de descarga da ETAR, emitida pela autoridade competente do Ministério do Ambiente, com base na legislação relativa à descarga no meio recetor. A mesma legislação determina que todos os aglomerados com mais de 2000 equivalente de população (e.p.) devem ser equipados com uma ETAR com tratamento secundário, excetuando-se os casos em que o efluente é lançado num meio recetor sensível, situação em que o tratamento terá de ser mais rigoroso, ou quando o efluente é lançado num meio recetor classificado como menos sensível, em que poderá ser admitido apenas tratamento primário, dependendo da dimensão do aglomerado (Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho, 1997).

Os requisitos de qualidade que as águas residuais tratadas devem satisfazer para poderem ser descarregadas no meio recetor encontram-se nas tabelas 3.2 e 3.3.

Tabela 3.2 - Requisitos para as descargas do efluente das estações de tratamento de águas residuais sujeitas ao disposto nos artigos 5º e 6º do Decreto-Lei nº 152/97

Parâmetro	Concentração	Percentagem mínima de redução <sup>(1)</sup>
Carência bioquímica de oxigénio (CBO5 a 20°C) sem nitrificação <sup>(2)</sup>	25 mg/l O <sub>2</sub>	70 - 90
Carência química de oxigénio (CQO)	125 mg/l O <sub>2</sub>	75
Total de partículas sólidas em suspensão <sup>(3)</sup>	- 35 mg/l nos casos previstos no nº 3 do artigo 5º (e.p. superior a 10 000) - 60 mg/l nos casos previstos no nº 3 do artigo 5º (e.p. de 2000 a 10 000)	- 90 mg/l nos casos previstos no nº 3 do artigo 5º (e.p. superior a 10 000) - 70 mg/l nos casos previstos no nº 3 do artigo 5º (e.p. de 2000 a 10 000)

(1) Redução em relação à carga do afluente.

(2) parâmetro pode ser substituído por outro: carbono orgânico total (COT) ou carência total de oxigénio (CTO), se for possível estabelecer uma relação entre a CBO5 e o parâmetro de substituição.

(3) Este requisito é facultativo.

Tabela 3.3 - Requisitos do Decreto-Lei n.º 152/97 para as descargas das estações de tratamento de águas residuais em zonas sensíveis sujeitas a eutrofização

Parâmetro	Concentração	Percentagem mínima de redução <sup>(1)</sup>
Fósforo total	- 2 mg/l P (10 000 – 100 000 e.p.) - 1 mg/l P (mais de 100 000 e.p.)	80
Azoto total <sup>(2)</sup>	- 15 mg/l N (10 000 – 100 000 e.p.) -10 mg/L N (mais de 100 000 e.p.) <sup>(3)</sup>	70 – 80

(1) Redução em relação à carga do afluente.

(2) Por azoto total entende-se a soma do total de azoto-Kjeldahl (N orgânico + NH<sub>3</sub>), azoto de nitratos (NO<sub>3</sub>) e azoto de nitritos (NO<sub>2</sub>).

(3) Alternativamente, a média diária não poderá exceder 20 mg/l N. Este requisito refere-se a uma temperatura da água igual ou superior a 12°C durante o funcionamento do reator biológico da instalação de tratamento de águas residuais. Em substituição do critério da temperatura poderá utilizar-se um critério de limitação do tempo de funcionamento que tenha em conta as condições climáticas locais. Esta alternativa aplica-se no caso em que seja possível demonstrar que se cumpre o disposto na alínea D), nº1, do anexo I.

O Decreto-Lei n.º 236/98 estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos (Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de agosto, 1998).

As exigências legais relativamente aos parâmetros de qualidade a que devem obedecer as águas residuais para reutilização variam em função da aplicação que lhes for dada. Se a reutilização for suscetível de afetar as características de águas subterrâneas ou superficiais, devem ter um nível de tratamento que garanta o respeito dos padrões de qualidade estabelecidos para tais águas em função dos usos a que estão destinadas. Nesse sentido, o Decreto-Lei n.º 236/98 constitui uma referência legal importante nos sistemas de reutilização de águas residuais tratadas sob este aspeto, pois estipula os padrões de qualidade da água para diversas finalidades: águas doces superficiais e águas subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano, águas doces superficiais para fins piscícolas, águas balneares e águas de rega (Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de agosto, 1998).

As tabelas 3.4 e 3.5 sintetizam alguns requisitos de descarga das águas residuais.

Tabela 3.4 - Valores limite de emissão na descarga de águas residuais -Decreto-Lei n.º 236/98

Parâmetro	Unidade	Valor limite de emissão
CBO <sub>5</sub> , 20°C	mg/l O <sub>2</sub>	40
CQO	mg/l O <sub>2</sub>	150
SST	mg/l	60
Fósforo total	mg/l P	10
Azoto total	mg/l N	15
Cloro livre	mg/l Cl <sub>2</sub>	0,5
Cloro total	mg/l Cl <sub>2</sub>	1

Tabela 3.5 - Qualidade microbiológica das águas balneares - Decreto-Lei n.º 135/2009

Parâmetros Microbiológicos	Unidade	Qualidade excelente	Qualidade boa	Qualidade aceitável
<i>Enterococos</i> intestinais	ufc/100ml	200 <sup>(1)</sup>	400 <sup>(1)</sup>	330 <sup>(2)</sup>
<i>Escherichia coli</i>	ufc/100ml	500 <sup>(1)</sup>	1000 <sup>(1)</sup>	900 <sup>(2)</sup>

(1) Com base numa avaliação de percentil 95. V. anexo III.

(2) Com base numa avaliação de percentil 90. V. anexo III.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 236/98, a emissão ou descarga de águas residuais na água ou no solo por uma instalação carece de uma autorização prévia (ou licença), a emitir pela direção regional do ambiente, na qual será fixada a norma de descarga e demais condições que lhe forem aplicáveis. A norma de descarga entende-se referida à qualidade das águas residuais antes de estarem sujeitas a qualquer diluição natural no meio recetor.

A poluição química das águas de superfície constitui uma ameaça para o meio aquático, com efeitos como toxicidade aguda e crónica para os organismos aquáticos, acumulação no ecossistema e perda de *habitats* e de biodiversidade, além de constituir uma ameaça para a saúde humana. As causas da poluição deverão ser identificadas e as emissões deverão ser tratadas na fonte, com carácter de prioridade, da maneira mais eficaz, em termos económicos e ambientais (UE, 2013).

A Diretiva Quadro da Água, Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000, estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água, e define uma estratégia de combate à poluição da água. Essa estratégia passa pela identificação das substâncias que assumem carácter prioritário de entre aquelas que constituem um risco significativo para o meio aquático, incluindo os riscos para as águas utilizadas para a captação de água potável. A redução da poluição provocada por substâncias classificadas como substâncias prioritárias deve ser cessada ou suprimida gradualmente nas descargas, emissões ou perdas (UE, 2013).

Foi definida na Diretiva 2008/105/CE a primeira lista de substâncias prioritárias, constituída por 33 substâncias ou grupos de substâncias no domínio da política da água, sendo mais tarde revista e passando a integrar um total de 45 poluentes, incluindo o clorofórmio (triclorometano). Sendo este trihalometano uma substância prioritária, as suas emissões devem ser minimizadas. Para tal foi estabelecida uma Norma de Qualidade Ambiental de 2,5 µg/l para as águas de superfície (UE, 2013).

De modo a reduzir as emissões de alguns poluentes, como clorofórmio (triclorometano), foi adotado um protocolo de Registo de Emissões e Transferências de Poluentes (PRTR), a nível nacional, o PRTR é estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 127/2008, de 21 de Julho alterado pelo Decreto-Lei n.º 6/2011, de 10 de Janeiro. O principal objetivo do Registo de Emissões e Transferências de Poluentes é a criação de uma plataforma comum de acesso público à informação sobre emissões e transferências industriais (e equiparadas). O PRTR estabelece

assim a obrigatoriedade de comunicação de informação, em base anual, de emissões de poluentes e a transferência de poluentes e resíduos para fora dos estabelecimentos (APA, 2015).

Existem 38 poluentes que representam poluentes típicos do setor das águas residuais, cuja monitorização deve ser acautelada pelos operadores. Os poluentes identificados neste protocolo como “obrigatórios” tratam-se de poluentes que, quer pela sua presença nas massas de água superficiais quer pelo seu amplo uso em produtos domésticos, são suscetíveis de apresentar emissões com elevado interesse ambiental. Todos os poluentes “obrigatórios” apresentam valores para os limites de quantificação do método analítico a selecionar. Tratam-se de limites de quantificação recomendados de modo a assegurar a garantia de resultados fidedignos, não se excluindo a possibilidade de serem realizadas análises com base em métodos com limites de quantificação inferiores aos apresentados. Sendo o triclorometano (clorofórmio) classificado como um poluente “obrigatório”, a monitorizar nas águas residuais tratadas sujeitas a desinfecção por cloragem, o seu valor limite de quantificação do método analítico utilizado é de 5 µg/l (APA, 2016).

### **3.3 Sistemas de desinfecção de águas residuais urbanas**

A água residual contém muitos tipos de organismos entéricos humanos que estão associados a várias doenças transmitidas pela água (Qasim, 1999). O objetivo da desinfecção das águas residuais é a destruição parcial ou a remoção dos organismos patogénicos (causadores de doenças). O desempenho da desinfecção é melhor quando são utilizados agentes químicos tais como soluções aquosas de cloro, dióxido de cloro, hipoclorito, bromo, cloreto de bromo, ozono, ou a combinação destes químicos. A luz ultravioleta (UV) é outro método comum de desinfecção das águas residuais. Outros métodos que têm sido utilizados incluem a radiação gama, a sonicação, o calor, e os iões de prata (Black & Veatch Corporation, 2010; Casey, 1997).

O intestino do ser humano contém uma grande população de bactérias em forma de bastonete coletivamente conhecidas como bactérias coliformes. A presença de bactérias coliformes em amostras tem sido considerada, ao longo dos anos, uma indicação de que organismos patogénicos associados a fezes podem, também, estar presentes. A ausência de bactérias coliformes indica que a probabilidade de estarem presentes na água organismos causadores de doenças é baixa. Os grupos de organismos implicados na transmissão de doenças transmitidas pela água incluem vírus, bactérias, protozoários e helmintas (Casey, 1997; Metcalf & Eddy, 2014).

As bactérias coliformes são frequentemente encontradas nos intestinos e nas fezes de humanos e de animais de sangue quente. De um modo geral os coliformes não são patogénicos. Os coliformes fecais são um subgrupo dos coliformes totais. A presença de coliformes fecais na água de consumo humano indica um maior risco, em comparação a



presença de coliformes totais, de que organismos causadores de doenças também podem estar presentes (Metcalf & Eddy, 2014; Spellman, 2009).

Os três grupos de organismos coliformes que têm sido utilizados como indicadores bacterianos são coliformes totais, coliformes fecais e *E. coli* (Metcalf & Eddy, 2014).

A relação entre os vários organismos indicadores pode ser resumida da seguinte forma (Black & Veatch Corporation, 2010):

- Os coliformes totais são o maior grupo e abrangem todos os organismos-alvo;
- Os coliformes fecais são um subconjunto dos coliformes totais, mas são um grupo de organismos que podem provir de outras fontes além do homem;
- *E. coli* é um subconjunto de coliformes fecais e é específico para mamíferos. Quando a *E. coli* está presente num efluente, é provavelmente de origem humana.

O grupo dos coliformes totais é um indicador mais conservador de desinfecção efetiva, e os coliformes totais são mais numerosos em águas residuais do que o grupo dos coliformes fecais (Black & Veatch Corporation, 2010). Na ausência de bactérias coliformes considera-se que a água é isenta de organismos causadores de doenças (Metcalf & Eddy, 2014). Na tabela 3.6 é possível verificar-se os valores comuns para o número de coliformes totais e fecais, dependendo da etapa de tratamento das águas residuais.

Tabela 3.6 - Comparação dos coliformes totais e fecais nas diferentes etapas de tratameto de águas residuais (Fonte: Black & Veatch Corporation, 2010)

<b>Etapas de tratamento</b>	<b>Coliformes totais (/100ml)</b>	<b>Coliformes fecais (/100ml)</b>
Água residual bruta	$10^7$ - $10^8$	$10^6$ - $10^7$
Efluente primário	$10^7$ - $10^8$	$10^6$ - $10^7$
Efluente secundário	$10^5$ - $10^6$	$10^4$ - $10^6$
Efluente secundário filtrado	$10^4$ - $10^6$	$10^3$ - $10^5$
Efluente secundário nitrificado	$10^4$ - $10^6$	$10^3$ - $10^5$

A concentração de bactérias coliformes é tipicamente medida como o número mais provável em 100 ml (NMP/100ml) (Metcalf & Eddy, 2014).

Existem vários mecanismos que provocam a eliminação ou a inativação dos microrganismos patogénicos. Os principais mecanismos que têm sido propostos para explicar a ação dos desinfetantes são: danos na parede celular, alteração na permeabilidade das células, alteração da natureza coloidal do protoplasma dentro da célula, alteração do ADN ou RNA do organismo e inibição da atividade enzimática dentro do protoplasma (Metcalf & Eddy, 2014)

Um desinfetante ideal deverá ser seguro de manusear e aplicar, manter-se estável quando armazenado, ser tóxico para os microrganismos e não tóxico para os seres humanos e outros animais e ser solúvel em água ou nos tecidos celulares (Metcalf & Eddy, 2014). Na tabela 3.7 encontram-se as características de um desinfetante ideal.

Tabela 3.7 - Características de um desinfetante ideal (Fonte: Metcalf & Eddy, 2014)

<b>Características</b>	<b>Propriedades/Resposta</b>
Alteração das características da solução	Deve ser eficaz com alteração mínima das características da solução, como o aumento dos sólidos dissolvidos totais
Disponibilidade	Deverá estar disponível em grandes quantidades e a preço razoável
Capacidade de desodorização	Deve desodorizar enquanto desinfeta
Homogeneidade	A solução deve ser uniforme em composição
Interação com material estranho	Não deve ser absorvido por matéria orgânica exceto células bacterianas
Corrosividade	Não deve desfigurar metais nem manchar roupas
Penetração	Deve ter a capacidade de penetrar através das superfícies da partícula
Segurança	Deve ser seguro de transportar, armazenar, manusear e de usar
Estabilidade	Deve ter baixa perda de ação germicida com o tempo de armazenamento
Solubilidade	Deve ser solúvel em água ou no tecido celular
Toxicidade para microrganismos	Deve ser eficaz em elevadas diluições
Toxicidade à temperatura ambiente	Deve ser eficaz no intervalo da temperatura ambiente

A tabela 3.8 estabelece uma comparação geral entre os dois métodos de desinfecção comumente mais utilizados, ou seja, a desinfecção por radiação ultravioleta (UV) e a desinfecção por cloro.

Tabela 3.8 - Comparação das tecnologias utilizadas na desinfecção de água residual urbana (Fonte: Metcalf & Eddy, 2014)

<b>Características</b>	<b>Cloro gasoso</b>	<b>Hipoclorito de sódio</b>	<b>Cloro combinado</b>	<b>Dióxido de cloro</b>	<b>Radiação UV</b>
Disponibilidade / Custo	Baixo	Moderadamente baixo	Moderadamente baixo	Moderadamente baixo	Moderadamente alto
Capacidade de desodorização	Alta	Moderada	Moderada	Alta	Não aplicável
Interação com a matéria orgânica	Oxida a matéria orgânica	Oxida a matéria orgânica	Oxida a matéria orgânica	Oxida a matéria orgânica	Absorvência da radiação UV
Corrosividade	Altamente corrosivo	Corrosivo	Corrosivo	Altamente corrosivo	Não aplicável
Toxicidade para formas de vida complexas	Altamente tóxico	Altamente tóxico	Tóxico	Tóxico	Tóxico
Segurança	Alta	Moderada a baixa	Alta a moderada	Alta	Moderada
Solubilidade	Moderada	Alta	Alta	Alta	Não aplicável
Estabilidade	Estável	Levemente instável	Levemente instável	Instável	Não aplicável
Eficácia para: Bactérias	Excelente	Excelente	Bom	Excelente	Bom
Protozoários	Razoável a mau	Razoável a mau	Mau	Bom	Excelente
Vírus	Excelente	Excelente	Razoável	Excelente	Bom
Formação de subprodutos	Trihalometanos e ácidos haloacéticos (THM e AHA)	Trihalometanos e ácidos haloacéticos	Vestígios de Trihalometanos e ácidos haloacéticos	Clorite e clorato	Nenhum conhecido em concentrações mensuráveis
Aumento dos sólidos dissolvidos totais (SDT)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não

A desinfecção da água residual tem o propósito de prevenir a disseminação de doenças e proteção do abastecimento de água potável, praias balneares e águas utilizadas para desportos náuticos. A cloragem é o método de desinfecção mais antigo e continua a ser um método importante na desinfecção das águas residuais. O cloro está disponível em várias formas diferentes e as características dessas formas influenciam muito o sistema de desinfecção. Os sistemas de radiação UV também são frequentemente utilizados na desinfecção das águas residuais. A luz UV, que tem um efeito esterilizante nos microrganismos, pode ser produzida por lâmpadas especiais (Black & Veatch Corporation, 2010).

No entanto existem algumas limitações associadas a estes métodos de desinfecção. Em relação à desinfecção por cloragem, esta manifesta a formação de subprodutos de desinfecção tóxicos, mutagénicos e cancerígenos (X. Wang et al., 2011). Em termos de desinfecção por radiação UV, o desempenho do processo é altamente dependente da eficácia da remoção de sólidos em

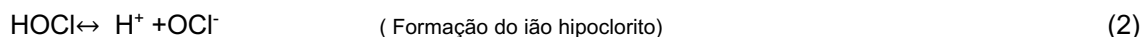
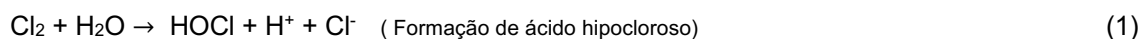
suspensão a montante e as lâmpadas UV devem ser mantidas limpas de modo a garantir a emissão da radiação máxima (Cheremisinoff, 2002).

### 3.3.1 Desinfecção por cloro

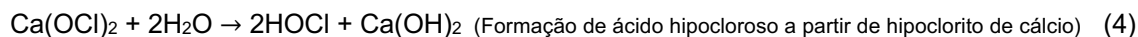
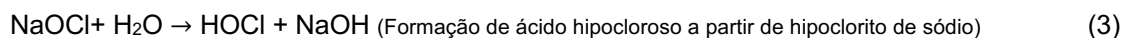
De todos os desinfetantes químicos, o cloro, é o comumente mais utilizado em todo o mundo (Metcalf & Eddy, 2014).

Os principais compostos de cloro frequentemente utilizados em águas residuais urbanas são o cloro gás ( $\text{Cl}_2$ ), o hipoclorito de sódio ( $\text{NaOCl}$ ), o dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ), e o hipoclorito de cálcio [ $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ], sendo este último utilizado geralmente em estações de tratamento de águas residuais urbanas mais pequenas devido à sua facilidade de utilização. O cloro pode ser apresentado como um gás, com cor amarela esverdeada, ou como um líquido pressurizado, com cor âmbar e é moderadamente solúvel em água, com uma solubilidade máxima de cerca de 1% a 10°C. O hipoclorito de sódio está apenas disponível como solução aquosa e usualmente contém 12,5% a 17% de cloro ativo no momento em que é produzido. O hipoclorito de cálcio está disponível comercialmente em pó, em grânulos, facilmente solúveis em água, e em solução aquosa (Metcalf & Eddy, 2014).

Quando o cloro é adicionado à água residual urbana hidrolisa-se para formar o ácido hipocloroso ( $\text{HOCl}$ ) (1), posteriormente o ácido hipocloroso sofre ionização originando o ião hipoclorito ( $\text{OCl}^-$ ) (2) (Cheremisinoff, 2002):



O cloro também pode ser adicionado à água residual urbana sob a forma de sais de hipoclorito, tanto o hipoclorito de cálcio como o hipoclorito de sódio são hidrolisados para formar o ácido hipocloroso ( $\text{HOCl}$ ), como mostram as equações (3) e (4) (Metcalf & Eddy, 2014):

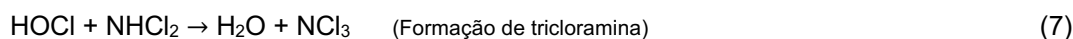
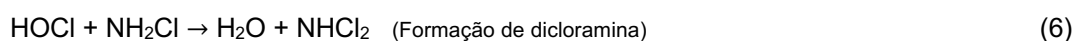
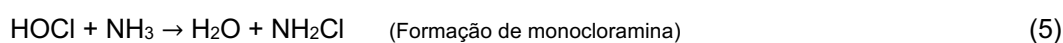


A quantidade de  $\text{HOCl}$  e  $\text{OCl}^-$  que está presente na água é chamado de cloro residual livre. A distribuição relativa do  $\text{HOCl}$  e do  $\text{OCl}^-$  é importante na desinfecção por cloro, dado que o poder de desinfecção do  $\text{HOCl}$  é cerca de 40-80 vezes superior ao do  $\text{OCl}^-$ , o que justifica o facto de efluentes com um pH mais baixo serem fáceis de desinfetar. O cloro gasoso reduz o pH contrariamente à solução de hipoclorito que o aumenta. A distribuição relativa do  $\text{HOCl}$  e do  $\text{OCl}^-$  varia com a temperatura e o pH. A distribuição relativa do  $\text{HOCl}$  e do  $\text{OCl}^-$  consoante o pH a uma temperatura de 20°C encontra-se na tabela 3.9 (Qasim, 1999).

Tabela 3.9 - Distribuição relativa do HOCl e OCl<sup>-</sup> com o pH a 20°C (Fonte: Qasim, 1999)

pH	HOCl (%)	OCl <sup>-</sup> (%)
6.0	96.8	3.2
7.0	75.2	24.8
7.5	49.1	50.9
8.0	23.2	73.8
9.0	2.9	97.1

A água residual urbana tratada contém quantidades significativas de azoto, geralmente nas formas de amónia, amónio ou nitrato (Metcalf & Eddy, 2014). O cloro reage rapidamente com a amónia presente na água para formar três tipos de cloraminas (5-7) (Cheremisinoff, 2002):



Estas reações são dependentes do pH da água, da temperatura, do tempo de contacto, e da relação de concentração cloro/amónia. Em geral, a monoclорamina e a dicloramina são produzidas numa gama de pH entre 4,5 e 8,5. Quando o pH é superior a 8,5, geralmente, apenas está presente a monoclорamina. Contudo, quando o pH é inferior a 4,4 é produzida a tricloramina (Cheremisinoff, 2002).

As cloraminas também podem atuar como desinfetante, possuindo um poder de desinfecção mais baixo. Quando as cloraminas são o único desinfetante, a medida de cloro residual é definida como cloro residual combinado, diferente do que ocorre com o cloro livre, na forma de ácido hipocloroso e ião hipoclorito (Metcalf & Eddy, 2014).

A manutenção do cloro residual para fins de desinfecção é complicada porque o cloro livre não reage apenas com a amónia, mas também é um forte agente oxidante. (Metcalf & Eddy, 2014).

Quando se adiciona cloro à água residual urbana (Figura 3.1), este começa por reagir com as substâncias oxidáveis presentes ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  e matéria orgânica), sendo reduzido a ião cloreto. Até estas reações estarem concluídas, não se forma cloro residual (ponto A). De seguida o cloro começa a reagir com a amónia formando cloraminas (cloro residual combinado), até estas atingirem um valor máximo (ponto B). Após alcançado esse valor máximo, a continuação da dosagem de cloro faz com que a concentração de cloro residual combinado diminua. O cloro adicionado reage com as cloraminas destruindo-as. O ponto onde existe a destruição completa das cloraminas é denominado por breakpoint do cloro (ponto C). O termo breakpoint do cloro é aplicado ao processo através do qual é adicionada quantidade suficiente de cloro para reagir com todas as substâncias oxidáveis, de tal forma que o cloro adicionado em excesso permanece como cloro residual livre. A principal razão para se atingir o

breakpoint é assegurar que a desinfecção foi eficaz e que garante a presença de cloro residual livre na água tratada (garantindo, como tal, um efeito desinfetante prolongado) (Cheremisinoff, 2002; Metcalf & Eddy, 2014).

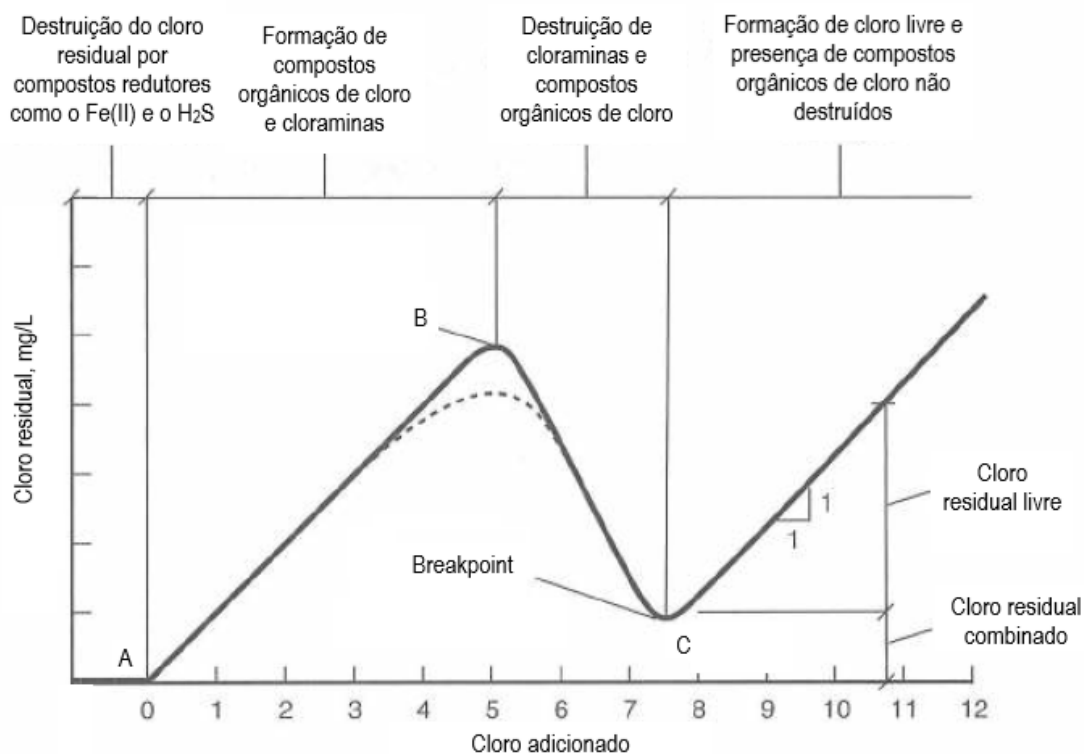


Figura 3.1 - Curva teórica de cloragem (breakpoint) (Fonte: Metcalf & Eddy, 2014)

A eficiência da desinfecção por cloro depende de determinados fatores como, o tempo de contacto, a concentração de cloro doseado, a temperatura, o pH, a natureza da matéria líquida e suspensa e do tipo e número de organismos. Para que a desinfecção da água residual urbana seja eficiente, é necessário obter-se um residual de cloro de 0,5 mg/l após 20-30 minutos de tempo de contacto. As dosagens típicas de cloro para uma desinfecção adequada dos efluentes de águas residuais encontram-se resumidas na tabela 3.10 (Qasim, 1999).

Tabela 3.10 - Concentrações de cloro necessárias para a desinfecção apropriada de águas residuais (Fonte: Qasim, 1999)

Origem do efluente	Intervalo de concentração (mg/l)
Águas residuais urbanas não tratadas (pré-cloragem)	6-25
Decantação primária	5-20
Precipitação química	3-10
Leitos percoladores	3-10
Lamas ativadas	2-8
Lamas ativadas seguidas por filtração multimédia	1-5

O tipo e o número de organismos presentes também afetam a eficácia da desinfecção, os esporos dos organismos são muito mais resistentes que os próprios organismos e quanto maior o número de organismos, maior o tempo necessário para uma desinfecção eficaz. Os coliformes totais remanescentes nos efluentes primários e secundários em função de diferentes residuais de cloro são apresentados na tabela 3.11, estes resultados são obtidos após um tempo de contacto de 30 minutos e considerando que, inicialmente, o efluente primário e o efluente secundário continham  $35 \times 10^6$  e  $1 \times 10^6$  coliformes totais, respetivamente, por 100 ml de amostras (Qasim, 1999).

Tabela 3.11 - Coliformes totais remanescentes em efluentes primário e secundário  
(Fonte:Qasim, 1999)

<b>Cloro residual total (mg/L)</b>	<b>Coliformes totais (NMP/100 mL)</b>	
	Efluente primário	Efluente secundário
0.5-1.5	24.000 - 400.000	1.000 - 12.000
1.5-2.5	6.000 - 24.000	200 - 1.000
2.5-3.5	2.000 - 6.000	60 - 200
3.5-4.5	1.000 - 2.000	30 - 60

O dióxido de cloro é um oxidante altamente seletivo, que por ser instável na forma de gás comprimido deve ser gerado no local onde irá ser utilizado. Como o cloro livre, tem também o poder de inativar bactérias e vírus. Este desinfetante não se combina com a amónia normalmente presente na água residual urbana, e é significativamente dispendioso comparativamente com outros agentes de desinfecção, nomeadamente o cloro (Black & Veatch Corporation, 2010).

As principais vantagens e desvantagens da utilização de cloro, dióxido de cloro são apresentadas na tabela 3.12.

Tabela 3.12 - Vantagens e desvantagens da desinfecção por cloro e por dióxido de cloro (Fonte: Metcalf & Eddy, 2014)

Vantagens	Desvantagens
<b>Cloro livre e combinado</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnologia consolidada;</li> <li>- Desinfetante eficaz;</li> <li>- O cloro residual pode ser mantido e monitorizado;</li> <li>- O cloro combinado residual também pode ser mantido com a adição de amônia;</li> <li>- A ação residual do cloro pode ser mantida em redes de distribuição extensas;</li> <li>- Possibilita a oxidação de sulfuretos;</li> <li>- Custo de implementação relativamente baixo, dependendo da dosagem e dos sistemas de segurança necessários, principalmente no caso do cloro gás;</li> <li>- Disponível na forma de hipoclorito de cálcio e de sódio, os quais são considerados mais seguros do que o cloro gás;</li> <li>- O hipoclorito de sódio pode ser produzido no local</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produtos químicos perigosos podem ser uma ameaça à saúde dos trabalhadores e da população;</li> <li>- Tempos de contato relativamente elevados são necessários em comparação com outros desinfetantes;</li> <li>- O cloro combinado é menos eficiente para a inativação de alguns vírus, esporos e cistos, considerando-se as dosagens utilizadas para inativação de coliforme;</li> <li>- A toxicidade residual do efluente tratado deve ser reduzida por meio de descloragem;</li> <li>- Potencial de formação de trihalometanos e outros subprodutos de desinfecção;</li> <li>- Oxida ferro, magnésio e outros compostos inorgânicos (necessidade de maior dosagem);</li> <li>- Oxida compostos orgânicos (necessidade de maior dosagem);</li> <li>- Aumenta a concentração de sólidos dissolvidos totais no efluente tratado;</li> <li>- Aumenta a concentração de cloreto no efluente tratado. Produção de ácido, o pH do efluente pode ser baixar se não houver alcalinidade suficiente;</li> <li>- Não é um desinfetante eficaz para <i>Cryptosporidium</i></li> </ul>
<b>Dióxido de cloro</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desinfetante eficiente para bactérias, <i>Giardia</i> e vírus;</li> <li>- Mais eficaz que o cloro para a maioria dos vírus, esporos, cistos e oocistos;</li> <li>- A ação biocida não é influenciada pelo pH;</li> <li>- Em condições adequadas de aplicação, não existe formação de trihalometanos;</li> <li>- Oxida sulfuretos;</li> <li>- Possibilita a manutenção de concentração residual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instável, deve ser produzido no local;</li> <li>- Oxida ferro, magnésio e outros compostos inorgânicos (necessidade de maior dosagem);</li> <li>- Oxida compostos orgânicos (necessidade de maior dosagem);</li> <li>- Forma subprodutos como clorito e clorato, o que limita a sua dosagem;</li> <li>- Potencial formação de subprodutos halogenados;</li> <li>- Sofre degradação pela luz solar;</li> <li>- Pode resultar na formação de odores;</li> <li>- Aumenta a concentração de sólidos dissolvidos totais do efluente;</li> <li>- Os custos de operação podem ser mais elevados</li> </ul>

Alguns compostos orgânicos presentes no efluente podem interferir no processo de cloragem. Muitos desses compostos orgânicos podem reagir com o cloro, formando compostos tóxicos,



os quais podem apresentar efeitos adversos a longo prazo nas águas para as quais os efluentes são descarregados ou nas aplicações onde são reutilizados. Além disso, a concentração de cloro residual pode levar à formação de outros subprodutos tóxicos após a sua descarga no meio ambiente. Para minimizar o potencial efeito tóxico do cloro residual no meio ambiente, é necessário efetuar a descloração do efluente. A descloração pode ser realizada por meio da adição de um agente redutor, como o metabissulfito de sódio ou o dióxido de enxofre, ao efluente tratado, ou, utilizando-se o processo de adsorção com carvão ativado (Metcalf & Eddy, 2014).

### 3.3.2 Desinfecção por radiação ultravioleta

A radiação ultravioleta tornou-se a alternativa mais comum à desinfecção por cloro em águas residuais (Vesilind, 2003). Com a combinação adequada de dose de UV e qualidade da água, a radiação UV provou ser um desinfetante eficaz para as bactérias, protozoários e vírus em efluentes secundários filtrados e não filtrados, sem contribuir para a formação de subprodutos tóxicos (Metcalf & Eddy, 2014).

A luz UV é uma forma de radiação eletromagnética que está localizada entre os raios X e a luz visível no espectro eletromagnético em comprimentos de onda de 100 a 400 nm. A radiação UV consiste em quatro classes: UV-A, variando entre 400 e 315 nm; UV-B, variando entre 315 e 280 nm; UV-C, variando entre 280 e 200 nm; e UV vácuo, variando entre 200 e 100 nm. Um esquema do espectro eletromagnético é apresentado na figura 3.2 (Black & Veatch Corporation, 2010).

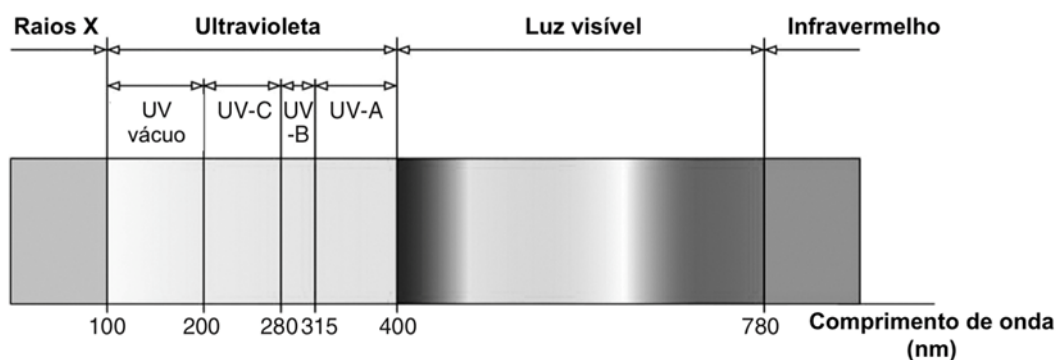


Figura 3.2 - Espectro electromagnético (Fonte: Black & Veatch Corporation, 2010)

A radiação ultravioleta é um processo de desinfecção física e, como tal, tem várias características fundamentais que a distinguem da desinfecção química (como a cloração). A radiação ultravioleta atinge a desinfecção ao induzir mudanças foto-bioquímicas nos microrganismos (Vesilind, 2003). Quando a radiação ultravioleta é absorvida pelas células dos

microrganismos, esta danifica o material genético (ADN) dentro da célula, interferindo com os processos celulares normais, como a síntese celular e a divisão celular, fazendo com que os organismos se tornem incapazes de crescer ou de se reproduzir. Os danos no ADN resultam principalmente da radiação em comprimentos de onda dentro da região UV-C do espectro (200-280 nm), sendo este maximizado em torno de 254 nm (Metcalf & Eddy, 2014; U.S. EPA, 2011).

Alguns organismos são capazes de manter atividade metabólica após serem expostos a radiação UV. Sendo capazes de reparar o dano causado durante a exposição. Existem dois tipos de mecanismos envolvidos no processo de reversão: a foto-reativação e a reparação no escuro (Metcalf & Eddy, 2014).

A foto-reativação envolve enzimas específicas que podem reparar as secções danificadas do ADN após serem energizadas pela exposição à luz. Foi demonstrado que o mecanismo de foto-reativação é catalisado por enzimas. A enzima responsável pela reparação do ADN é denominada fotólise. A foto-reativação pode ser caracterizada por uma reação enzimática em duas etapas entre a fotólise e seu substrato, dímeros de pirimidina. A primeira etapa envolve a fotólise reconhecer quaisquer dímeros e a sua ligação, que resulta num complexo enzimático como substrato. Esta etapa é independente de luz podendo ocorrer no escuro. O complexo dímero-enzima é estável e passa pela segunda etapa de reparação, na qual o dímero é quebrado, utilizando a energia luminosa nos comprimentos de onda entre 310 e 490 nm. A segunda etapa só depende da disponibilidade de luz (Black & Veatch Corporation, 2010; Metcalf & Eddy, 2014).

A reparação no escuro parece ocorrer por dois mecanismos: reparação por remoção e reparação por recombinação. Na reparação por remoção, algumas enzimas são capazes de remover a secção danificada do ADN. Na reparação por recombinação, o ADN danificado é regenerado com a utilização de uma estrutura complementar do ADN (Metcalf & Eddy, 2014).

A eficiência global do processo de desinfecção por radiação UV depende de vários fatores, incluindo: as características químicas da água residual a ser tratada, a presença de partículas, as características dos microrganismos e as características físicas do sistema de desinfecção por UV. A definição da dose de radiação UV é também um dos principais fatores a ter em consideração (Metcalf & Eddy, 2014).

Os constituintes presentes na água residual urbana podem ter um impacto significativo sobre a intensidade média da radiação UV. Esse impacto pode ser medido em termos de absorvância e transmitância. Um dos problemas associados ao processo de desinfecção de efluentes por radiação UV é a variação observada na absorvância, ou transmitância, nas estações de tratamento de águas residuais (Black & Veatch Corporation, 2010; Metcalf & Eddy, 2014).

A presença de partículas no efluente a ser submetido ao processo de desinfecção por radiação UV também pode afetar a sua eficiência. Muitos microrganismos podem estar presentes no efluente na forma dispersa e/ou associados a outras partículas. Os microrganismos dispersos são inativados rapidamente, porque estão completamente expostos à radiação UV emitida, em comparação aos microrganismos que estão associados às partículas presentes no efluente. Na prática, os microrganismos podem estar completamente protegidos contra a radiação UV quando estão associados ao material particulado, reduzindo a eficiência do processo de desinfecção (Metcalf & Eddy, 2014).

A forma mais comum de produção de radiação UV é através da geração de um arco elétrico entre dois eletrodos em lâmpadas especializadas que contêm mercúrio líquido, juntamente com outras misturas gasosas. A energia gerada pela excitação do mercúrio líquido causa a sua vaporização. Por sua vez, o mercúrio na forma gasosa causa a excitação de elétrons nas lâmpadas, levando à produção de fótons de luz UV (Metcalf & Eddy, 2014).

Nos sistemas para desinfecção de água e de água residual, as lâmpadas são instaladas no interior de tubos de quartzo para isolar os componentes elétricos das lâmpadas do contato direto com a água e para controlar a temperatura na parede da lâmpada por meio de isolamento com ar, mantendo uma produção uniforme de radiação UV (Metcalf & Eddy, 2014)

Os principais tipos de lâmpadas utilizadas para produzir radiação UV enquadram-se em três categorias, com base nos parâmetros operacionais internos das lâmpadas (Metcalf & Eddy, 2014):

- Baixa pressão e baixa intensidade;
- Baixa pressão e alta intensidade;
- Média pressão e alta intensidade.

As lâmpadas de baixa pressão e baixa intensidade com eletrodo de mercúrio-argônio são utilizadas para gerar um amplo espectro de radiação monocromática na região do UV-C, com um pico de emissão de 253.7 nm e com um pico de menor emissão de 184,9 nm. O pico aos 254 nm é próximo do comprimento de onda considerado mais eficaz para a inativação de micro-organismos. Comparada com a energia consumida, aproximadamente 30 a 50% da radiação UV emitida pela lâmpada é convertida em radiação monocromática em 254 nm, fazendo com que este tipo de lâmpada seja a mais eficiente para o processo de desinfecção.

As lâmpadas de baixa pressão e alta intensidade são similares às lâmpadas de baixa pressão e baixa intensidade, com exceção do tipo de material utilizado para a produção de radiação UV, que no caso destas lâmpadas é uma amálgama de mercúrio-irídio em vez de mercúrio líquido. A utilização da amálgama de mercúrio permite uma maior produção de radiação UV-C, geralmente de 2 a 10 vezes superior às lâmpadas convencionais de baixa intensidade.

As lâmpadas de média pressão e alta intensidade operam em temperaturas entre 600 a 800°C e em pressões entre 0.13 a 13.16 atmosferas, gerando um espectro policromático de irradiação. As lâmpadas de média pressão e alta intensidade geram, aproximadamente, 20 a 50 vezes mais radiação UV-C do que as lâmpadas de baixa pressão e alta intensidade. Embora a intensidade de emissão das lâmpadas de média pressão e alta intensidade seja significativamente maior em comparação com as lâmpadas de baixa pressão e alta intensidade, a sua eficiência é muito menor. Da energia utilizada pela lâmpada de média pressão, apenas 15 a 20% da radiação UV produzida tem efeito germicida.

Na tabela 3.13 são apresentadas as vantagens e desvantagens da desinfecção de águas residuais por radiação UV.

Tabela 3.13 - Vantagens e desvantagens da desinfecção por radiação UV (Fonte: Metcalf & Eddy, 2014)

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
- Desinfetante eficaz;	- Não permite uma medida direta do sucesso do processo de desinfecção;
- Não utiliza produtos perigosos;	- Não apresenta ação residual;
- Não apresenta toxicidade residual;	- Menos eficaz na inativação de vírus, esporos e cistos nas doses utilizadas para a inativação de coliformes;
- Mais eficaz que o cloro para a inativação da maioria dos vírus, esporos e cistos;	- Maior consumo de energia que o cloro;
- Não forma subprodutos de desinfecção;	- O custo de investimento é relativamente alto;
- Não aumenta a concentração de sólidos dissolvidos totais no efluente;	- Necessita de um grande número de lâmpadas;
- Mais seguro em comparação à utilização de desinfetantes químicos;	- Necessidade de lavagem ácida para a remoção de incrustações dos tubos de quartzo em contato com a efluente;
- Requer menor área de instalação em comparação com o cloro	- Necessidade de substituição das lâmpadas periodicamente;
	- Problemas relacionados com a deposição final das lâmpadas devido à presença de mercúrio

### 3.4 Subprodutos de desinfecção por cloragem

Devido à necessidade de controlar a presença de patogênicos a desinfecção por cloro tem sido amplamente utilizada devido ao seu baixo custo e amplo espectro de inativação de bactérias patogênicas. A adição de oxidantes à água residual pode gerar uma variedade de subprodutos de desinfecção, que se descobriu estarem relacionados com efeitos adversos para a saúde. A formação de subprodutos da desinfecção ocorre através da reação da matéria orgânica natural (MON) e/ou dissolvida (MOD) com o cloro durante o processo de cloragem da água. Estes compostos têm sido identificados como mutagênicos genotóxicos que podem ser tóxicos tanto para os humanos como para a vida aquática (Mohd Zainudin et al., 2017; Sun et al., 2009a).

A presença de matéria orgânica natural e dissolvida na água é o principal precursor para a formação de subprodutos da desinfecção. A matéria orgânica natural é uma mistura complexa de compostos orgânicos derivados da decomposição de matéria animal e vegetal. A matéria orgânica dissolvida inclui múltiplos compostos, tal como, glícidos, substâncias húmicas, ácidos carboxílicos, ácidos hidrofílicos e aminoácidos (Mohd Zainudin et al., 2017).

Existem entre 600-700 tipos de subprodutos da desinfecção produzidos quando a matéria orgânica interage com os halogéneos durante o tratamento. As classes de subprodutos da desinfecção medidos com maior frequência e com maior concentração são os trihalometanos (THM) e os ácidos haloacéticos (AHA). Na classe dos trihalometanos as espécies mais comuns são o clorofórmio ( $\text{CHCl}_3$ ), o bromodiclorometano ( $\text{CHCl}_2\text{Br}$ ), o dibromoclorometano ( $\text{CHClBr}_2$ ) e bromofórmio ( $\text{CHBr}_3$ ). Na classe dos ácidos haloacéticos as espécies mais frequentes são o ácido monocloraacético, o ácido dicloroacético, o ácido tricloroacético, o ácido monobromoacético e o ácido dibromoacético. Uma maior concentração de matéria orgânica natural presente na água irá resultar numa maior concentração de subprodutos de desinfecção que se podem formar durante o processo de cloração (Black & Veatch Corporation, 2010; IRAR, 2007; Metcalf & Eddy, 2014; Mohd Zainudin et al., 2017).

Além dos trihalometanos e dos ácidos haloacéticos, uma variedade de outros subprodutos da desinfecção também são produzidos. Os principais subprodutos da desinfecção por cloro que até à data foram identificados são apresentados na tabela 3.14.

Tabela 3.14 - Subprodutos de desinfecção formados durante a aplicação de cloro, cloraminas e dióxido de cloro (Fonte: Metcalf & Eddy, 2014)

Classe	Subproduto	Agente químico	Fórmula molecular
Trihalometanos	Clorofórmio	Cloro	$\text{CHCl}_3$
	Bromodiclorometano	Cloro	$\text{CHCl}_2\text{Br}$
	Dibromoclorometano	Cloro	$\text{CHClBr}_2$
	Bromofórmio	Cloro, ozono	$\text{CHBr}_3$
	Dicloriodometano	Cloro	$\text{CHCl}_2\text{I}$
	Clorodi-iodometano	Cloro	$\text{CHI}_2\text{Cl}$
	Bromocloriodometano	Cloro	$\text{CHBrI}_2$
	Dibromiodometano	Cloro	$\text{CHBr}_2\text{I}$
	Bromodi-iodometano	Cloro	$\text{CHBrI}_2$
	Tri-iodometano	Cloro	$\text{CHI}_3$
Ácidos haloacéticos	Ácido monocloraacético	Cloro	$\text{CH}_2\text{ClCOOH}$
	Ácido dicloroacético	Cloro	$\text{CHCl}_2\text{COOH}$
	Ácido tricloroacético	Cloro	$\text{CCl}_3\text{COOH}$
	Ácido bromocloroacético	Cloro	$\text{CHBrClCOOH}$
	Ácido bromodicloroacético	Cloro	$\text{CBrCl}_2\text{COOH}$
	Ácido dibromocloroacético	Cloro	$\text{CBr}_2\text{ClCOOH}$
	Ácido monobromoacético	Cloro	$\text{CH}_2\text{BrCOOH}$
	Ácido dibromoacético	Cloro	$\text{CHBr}_2\text{COOH}$
	Ácido tribromoacético	Cloro	$\text{CBr}_3\text{COOH}$
Haloacetônitrilos	Tricloroacetônitrilo	Cloro	$\text{CCl}_3\text{C}\equiv\text{N}$
	Dicloroacetônitrilo	Cloro	$\text{CHCl}_2\text{C}\equiv\text{N}$
	Bromocloroacetônitrilo	Cloro	$\text{CHBrClC}\equiv\text{N}$
	Dibromoacetônitrilo	Cloro	$\text{CHBr}_2\text{C}\equiv\text{N}$
Halocetonas	1,1- Dicloroacetona	Cloro	$\text{CHCl}_2\text{COCH}_3$
	1,1,1- Tricloroacetona	Cloro	$\text{CCl}_3\text{COCH}_3$
Aldeídos	Formaldeído	Ozono, cloro	$\text{HCHO}$
	Acetaldeído	Ozono, cloro	$\text{CH}_3\text{CHO}$
	Glioxal	Ozono, cloro	$\text{OHCCHO}$
Oxi-halogenetos	Clorito	Dióxido de cloro	$\text{ClO}_2^-$
	Clorato	Dióxido de cloro	$\text{ClO}_3^-$
Nitrosaminas	N-nitrosodimetilamina	Cloraminas	$(\text{CH}_3)_2\text{NNO}$
Halogenetos de cianogênio	Cloreto de cianogênio	Cloraminas	$\text{ClCN}$
	Brometo de cianogênio	Cloraminas	$\text{BrCN}$
Trihalonitrometanos	Tricloronitrometano (Cloropicrina)	Cloro	$\text{CCl}_3\text{NO}_2$
	Bromodicloronitrometano	Cloro	$\text{CBr}_2\text{Cl}_2\text{NO}_2$
	Dibromocloronitrometano	Cloro	$\text{CBr}_2\text{ClNO}_2$
	Tribromonitrometano	Cloro	$\text{CBr}_3\text{NO}_2$

A formação de subprodutos da desinfecção é uma grande preocupação na descarga de efluentes para o meio ambiente e para a reutilização direta e indireta devido ao potencial impacto (crônico) a longo prazo desses compostos sobre a saúde pública e o meio ambiente. Muitos destes compostos foram classificados como prováveis carcinogênicos humanos, causando “aberrações” cromossômicas e anormalidades espermáticas (Metcalf & Eddy, 2014).

### 3.4.1 Formação de trihalometanos

Os trihalometanos são formados como resultado de uma série de reações complexas entre o cloro livre e a matéria orgânica, nomeadamente o grupo de ácidos orgânicos conhecidos coletivamente como ácidos húmicos. A maioria desses ácidos contém radicais cetona, que podem levar à formação de halofórmios após a reação com o cloro. A reação de formação dos trihalometanos tem início quando existe contacto entre os reagentes (cloro e os precursores) e pode continuar a ocorrer por muito tempo, enquanto houver reagente disponível, nomeadamente, cloro livre. As espécies cloradas aquosas são eletrofílicas e, portanto, tendem a reagir com pontos ricos em eletrões nas estruturas orgânicas, como por exemplo compostos aromáticos ativados (Metcalf & Eddy, 2014; Meyer, 1994; Paixão et al., 2014; Sirivedhin & Gray, 2005).

As reações levam à formação de moléculas de carbono único que são frequentemente designadas como  $\text{CHX}_3$ , onde X é um átomo de cloro (Cl) ou bromo (Br). Por exemplo, a fórmula química para o clorofórmio, que é o trihalometano mais facilmente detetável, é  $\text{CHCl}_3$  (Metcalf & Eddy, 2014; Meyer, 1994).

A matéria orgânica natural é produzida durante a degradação biológica de substâncias orgânicas, é classificada como hidrofóbica ou hidrofílica e pode ser dividida em duas frações: substâncias húmicas (ácidos fúlvicos e húmicos), tais como, polieletrólitos aniónicos naturais de hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos, contendo vários grupos funcionais, nomeadamente grupos carboxílicos e fenólicos; e substâncias não húmicas, sendo esta fração constituída sobretudo por hidratos de carbono, lípidios, aminoácidos e proteínas. As substâncias húmicas foram identificadas como os precursores primários dos subprodutos da desinfecção, enquanto que as substâncias não húmicas são geralmente mais biodegradáveis. Quando reage com o cloro aplicado na desinfecção, a matéria orgânica natural forma compostos orgânicos halogenados, sendo que a quantidade de trihalometanos que se podem formar no processo de cloragem é determinada pela quantidade desta matéria (Metsämuuronen et al., 2013; Mohd Zainudin et al., 2017).

Como referido na secção anterior, as quatro espécies de trihalometanos mais comuns são: Clorofórmio ( $\text{CHCl}_3$ ), Bromodiclorometano ( $\text{CHBrCl}_2$ ), Dibromoclorometano ( $\text{CHBr}_2\text{Cl}$ ) e Bromofórmio ( $\text{CHBr}_3$ ). As suas estruturas, químicas assim como as suas propriedades físico-químicas são apresentadas na figura 3.3 e tabela 3.15, respetivamente.

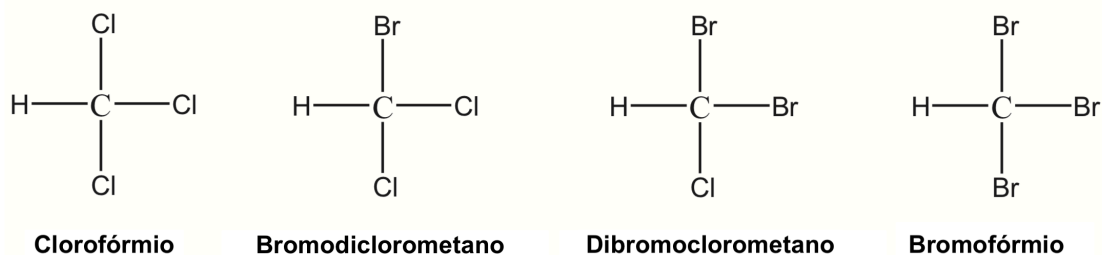


Figura 3.3 - Estruturas químicas dos trihalometanos (Fonte: Hua & Yeats, 2010)

Tabela 3.15 - Propriedades físico-químicas dos trihalometanos (Fonte: Mohd Zainudin et al., 2017)

Parâmetro	Clorofórmio	Bromodiclorometano	Dibromoclorometano	Bromofórmio
Peso molecular (g/mol)	119,369	163,823	208,277	252,73
Ponto de fusão (°C)	- 63,5	- 57	- 22	- 4 a 16
Ponto de ebulição (°C)	61,15	90	119	147–151
Solubilidade em água (g/l)	10,62 (0°C)	4,5 (20°C)	2,5	3,2 (30°C)
	8,09 (20°C)	-	-	-
Densidade (g/cm³)	1,564 (-20°C)	1,980	2,451	2,89
	1,489 (25°C)	-	-	-
	1,394 (60°C)	-	-	-

São vários os fatores que interferem na formação dos subprodutos durante o processo de cloragem, como: tempo de contacto, temperatura, pH, características e concentrações dos precursores, concentração de cloro e a concentração de ião brometo (Metcalf & Eddy, 2014; Paixão et al., 2014).

Em relação ao tempo, a formação de trihalometanos em condições naturais não é instantânea. Quanto maior o tempo de contacto entre o cloro e os precursores, maior será a probabilidade de formação dos trihalometanos. O aumento da temperatura significa também um aumento na probabilidade de formação dos trihalometanos, ocorrendo um incremento na reação dos precursores orgânicos com o cloro. De acordo com uma experiência referida por Kovacs et al., 2013 o total de trihalometanos formados aumentou de 89,37 µg/l para 105,4 µg/L quando a temperatura aumentou 2°C e para 139,31 µg/l quando a temperatura aumentou 4°C. (Kovacs et al., 2013; Meyer, 1994; Paixão et al., 2014). A formação dos trihalometanos aumenta com o aumento do pH, devido à sua acção catalítica sobre o halofórmio. Para pH igual a 9,4, a produção de trihalometanos é maior do que para pH igual a 5 (Paixão et al., 2014; U.S. EPA, 1999).

A formação de trihalometanos é influenciada pelas características e concentrações da matéria orgânica natural, ou seja, dos precursores presente na água. Quanto maior a concentração de



ácidos húmicos e fúlvicos, maior será a formação de trihalometanos (Meyer, 1994; Paixão et al., 2014).

Em relação ao cloro quanto maior for a concentração de cloro, maior será a probabilidade de formação de trihalometanos. A forma sob a qual o cloro se apresenta também é importante, sendo que, o cloro livre tem maior poder de formação de trihalometanos do que o cloro combinado (Meyer, 1994). Ensaios efetuados por Matamoros et al., 2007 mostram o aumento dos trihalometanos totais após a etapa de cloração. Observou-se que o aumento da concentração de trihalometanos com uma dose de cloro de 16 mg/l foi 10 vezes superior ao observado em ensaios com doses mais baixas de cloro (5 e 2 mg/l) (Matamoros et al., 2007).

Se existir uma maior concentração de matéria orgânica natural na água, é necessário aumentar a dose de cloro, de modo a que exista uma desinfecção eficiente, aumentando assim a formação de trihalometanos (Meyer, 1994; Paixão et al., 2014). Além disso, uma compreensão da reatividade da matéria orgânica natural com os desinfetantes é fundamental para minimizar a formação de subprodutos da desinfecção e identificar qual fração da matéria orgânica natural é mais importante remover, de modo a minimizar a formação dos mesmos (Barret et al., 2000)

O tipo e a concentração do precursor orgânico afetam a taxa da reação e a extensão da reação. Nem todas as frações de matéria orgânica dissolvida reagem com o cloro da mesma maneira ou com o mesmo grau. A reatividade do cloro e as características estruturais da matéria orgânica dissolvida em águas residuais ainda não foram suficientemente estudadas. O conhecimento sobre as interações do cloro com a matéria orgânica dissolvida nas águas residuais, bem como as características da matéria orgânica dissolvida, é essencial para entender melhor os mecanismos de formação dos trihalometanos (Metcalf & Eddy, 2014; Xue et al., 2009).

Quanto à concentração do ião brometo ( $\text{Br}^-$ ), a relação entre a concentração deste ião e o cloro tem influência na formação dos trihalometanos. Na presença de brometo na água durante a sua cloração, o ácido hipocloroso ( $\text{HOCl}$ ) pode oxidar o brometo a ácido hipobromoso ( $\text{HOBr}$ ), que é um agente halogenante mais forte que o ácido hipocloroso (equação 8). Além disso, o cloro pode agir preferencialmente como um agente oxidante, enquanto o bromo pode agir como um agente substituto. O bromo tem vantagens sobre o cloro nas reações de substituição com os compostos orgânicos presentes nas águas residuais, mesmo que o cloro esteja presente em excesso. Uma mistura de ácido hipocloroso/ácido hipobromoso leva à formação de vários subprodutos bromados e clorados (Duong et al., 2003; Meyer, 1994; Paixão et al., 2014; Sun et al., 2009b).



A reação de formação de trihalometanos a partir dos ácidos hipocloroso e hipobromoso é apresentada nas equações 9 e 10, respetivamente. A cinética destas reações ainda não são

conhecidas em termos absolutos, no entanto sabe-se que a reação com o ácido hipobromoso é muito mais rápida que a reação com o ácido hipocloroso (Duong et al., 2003).



As concentrações de brometo têm um impacto significativo na formação e especiação dos trihalometanos. A formação de trihalometanos muda para espécies mais bromadas com o aumento da concentração de brometo (Hua & Reckhow, 2012). Resultados experimentais efetuados por Sun *et al.* mostraram que a formação total de trihalometanos durante a desinfecção com cloro aumentou com o aumento dos níveis de brometo nas águas residuais. Quando a adição de brometo foi inferior a 1,6 mg/l formaram-se maiores concentrações de espécies cloradas, nomeadamente clorofórmio ( $\text{CHCl}_3$ ). Contrariamente, quando a concentração de brometo foi superior a 6 mg/l, as espécies bromadas formaram-se em concentrações maiores, especificamente bromofórmio ( $\text{CHBr}_3$ ). Ou seja, com uma concentração crescente de brometo, a especiação de trihalometanos mudou de clorofórmio para bromofórmio (Sun et al., 2009b).

A reação entre a amónia e o cloro é muito importante do ponto de vista do controlo dos subprodutos da desinfecção. De um modo geral, os estudos realizados em águas de abastecimento/naturais demonstraram que a concentração de trihalometanos totais diminuiu com o aumento da concentração de amónia (Sun et al., 2009a). Nas águas residuais urbanas existem maiores quantidades de organismos patogénicos e mais tipos de matéria inorgânica e orgânica, comparado com as águas de abastecimento/naturais (Barker & Stuckey, 1999). Portanto, as reações entre cloro e a matéria orgânica dissolvida durante a cloração de águas residuais são mais complexas do que aquelas que ocorrem durante a cloração das águas de abastecimento/naturais (Sun et al., 2009a). Além disso, a composição dos precursores de subprodutos da desinfecção nas águas residuais diferem significativamente daqueles encontrados na água de abastecimento (Yang et al., 2005).

Matamoros et al., 2007 estudaram a formação de trihalometanos em águas residuais, e descobriram que havia uma diminuição na formação de trihalometanos totais com o aumento da concentração de amónia, o que coincide com os estudos efetuados para as águas de abastecimento (Matamoros et al., 2007).

Sun et al., 2009 comprovou que os trihalometanos totais não só diminuíram com o aumento da concentração de amónia, mas permaneceram constantes após a concentração de amónia ser superior a 10mg N/L. Além disso, a formação de clorofórmio reduziu significativamente quando a concentração de amónia, na água residual, aumentou de 5 para 10 mg N/L. Isto acontece porque o cloro livre é consumido em grande parte com o aumento da concentração de amónia (Sun et al., 2009a). No entanto, quando a concentração de cloro é superior à concentração do

breakpoint, a formação de trihalometanos aumenta acentuadamente, devido à presença de cloro residual livre (Amy et al., 1984).

Durante a cloração da água residual, a amônia reage rapidamente com o cloro livre formando cloro combinado (cloraminas), a reatividade do cloro combinado é muito mais fraca do que a do cloro livre. Acreditava-se que a presença de cloro livre fosse necessária para que a reação de formação de trihalometanos prosseguisse, no entanto, os trihalometanos podem formar-se na presença de cloro combinado (cloraminas), mas a uma taxa muito reduzida. É importante notar que a mistura inicial pode afetar a formação de trihalometanos por causa das reações concorrentes entre o cloro e a amônia, e entre o cloro e os ácidos húmicos, dado que, a reação entre a amônia e o cloro é mais rápida do que a reação do cloro com os precursores de trihalometanos (Metcalf & Eddy, 2014; Sun et al., 2009a).

Vários parâmetros têm vindo a ser utilizados no desenvolvimento de modelos para determinar o potencial de formação de subprodutos de desinfecção. Os parâmetros frequentemente mais utilizados são: o carbono orgânico total (COT), o carbono orgânico dissolvido (COD), a absorvência ultravioleta a 254 nm ( $UVA_{254}$ ), absorvência ultravioleta específica (SUVA), pH, temperatura, concentração de ião brometo, dose de cloro e tempo de reação. O COT, e COD e a  $UVA_{254}$  são os parâmetros mais utilizados para quantificar a matéria orgânica presente na água. O COT indica a massa total de substâncias orgânicas (frações suspensas e dissolvidas), enquanto o COD indica a massa das frações dissolvidas. A  $UVA_{254}$  mede principalmente ligações duplas conjugadas e aromáticas. A SUVA é obtida através da razão entre a  $UVA_{254}$  e o COD, e é utilizada para determinar o conteúdo aromático e a hidrofobicidade e peso molecular da matéria orgânica (Chowdhury et al., 2009; Marais et al., 2018; Metsämuuronen et al., 2013).

Como a monitorização dos subprodutos de desinfecção, geralmente, consome muito tempo e envolve técnicas dispendiosas, surgiu o interesse no desenvolvimento de modelos de modo a estimar a formação dos subprodutos de desinfecção (Hong et al., 2007). Estes modelos têm investigado os efeitos de diferentes qualidades de água e diferentes parâmetros operacionais no controlo da formação de subprodutos de desinfecção e na cinética da sua formação, sob uma variedade de condições ambientais. Embora nas últimas três décadas, inúmeros modelos tenham sido desenvolvidos para quantificar a formação de subprodutos na água para consumo humano, o mesmo não acontece em relação às águas residuais, visto que estas têm recebido uma menor atenção (Chowdhury et al., 2009).

### **3.4.2 Determinação de trihalometanos**

Os trihalometanos são um grupo de compostos orgânicos voláteis (COV's) classificados como subprodutos de desinfecção. Diversos métodos para a determinação de trihalometanos e outros compostos orgânicos voláteis têm vindo a ser desenvolvidos, sendo que os principais são a

cromatografia gasosa, com detecção de captura de elétrons ou com detecção por espectrometria de massa. A presença de trihalometanos ocorre em concentrações muito baixas, regularmente, entre de ng/l e µg/l, de modo que, é necessário realizar uma pré-concentração da amostra para que possa ser analisada pelo método analítico escolhido (Pavón et al., 2008).

A preparação da amostra é um dos passos mais críticos nas análises, uma preparação adequada da amostra é fundamental para uma análise bem-sucedida. Nesta etapa, os compostos de interesse são separados da matriz e são pré-concentrados para melhorar a seletividade, sensibilidade, confiabilidade, precisão e reprodutibilidade da análise. No caso de se tratar de amostras “suja” ou altamente complexas, esta etapa poderá incluir uma fase de limpeza para facilitar a análise e prevenir a deterioração dos equipamentos de cromatografia e de detecção utilizados (Hyötyläinen & Riekkola, 2004; Pavón et al., 2008).

O risco de contaminação da amostra e a perda de compostos voláteis são os principais problemas nos métodos de pré-tratamento de amostras. Nos últimos anos, novas técnicas de pré-tratamento foram desenvolvidas, estas tendem a ser mais rápidas e seletivas e, ao mesmo tempo, usam menores quantidades de solventes e reagentes (Hyötyläinen & Riekkola, 2004; Pavón et al., 2008).

As principais técnicas para preparação de amostras são:

- A **extração líquido-líquido** é uma técnica simples e versátil, no entanto, tende a ser muito demorada e envolve uma grande manipulação da amostra, o que poderá levar a perdas de compostos voláteis. Além disso, é necessária a utilização de grandes quantidades de solventes orgânicos que são altamente poluentes e tóxicos, e têm um elevado custo devido ao seu elevado grau de pureza (Pavón et al., 2008);
- A técnica de **micro-extração em fase líquida** minimiza as quantidades de solvente utilizadas, é rápida, simples e de baixo custo. Esta técnica elimina as desvantagens dos métodos de extração convencionais, tais como tempo excessivo e a necessidade de aparelhos especializados. A técnica baseia-se na exposição da amostra a uma microgota de solvente orgânico, que irá reter os analitos alvo, sendo estes extraídos da matriz de amostra para a microgota. Quando o equilíbrio é atingido, esta microgota é transferida para a porta de injeção do cromatógrafo gasoso para análise. A micro-extração em fase líquida combina a extração, a concentração e a injeção de amostras numa única etapa (Tor & Aydin, 2006; Zhao et al., 2004);
- A **micro-extração em fase sólida** é uma técnica simples, rápida, de baixo custo, não requer o uso de solventes orgânicos, nem de aparelhos especializado. Assim como a técnica acima descrita combina a extração, a concentração e a injeção de amostras numa única etapa. Este tipo de micro-extração envolve a exposição de uma fibra revestida a uma solução aquosa de amostra até se atingir o equilíbrio entre os analitos

contidos na amostra e os adsorvidos na fibra. De seguida, a fibra é retirada da amostra e inserida no injetor do cromatógrafo gasoso para dessorção, separação e quantificação dos analitos (Merib et al., 2013; Pavón et al., 2008);

- As **técnicas headspace** têm sido amplamente utilizadas na determinação de trihalometanos e permitem que os compostos voláteis das amostras sejam analisados sem interferência da matriz não volátil. A manipulação da amostra é mínima, de tal forma que os erros são muito reduzidos. Além disso, estas técnicas não exigem o uso de solventes orgânicos e podem ser acopladas com os sistemas cromatográficos, permitindo assim uma análise completa da amostra em sistema fechado. Estas técnicas de acordo com Pavón et al., 2008 dividem-se em:
  - **Headspace estática:** Esta técnica é a alternativa mais rápida e simples, e consiste em extrair uma pequena quantidade de compostos orgânicos voláteis contidos na fase de vapor que se encontra em equilíbrio com a fase líquida. Esta técnica pode ser associada às de micro-extração em fase sólida e líquida (Pavón et al., 2008);
  - **Headspace dinâmica** (purge and trap): Esta técnica baseia-se na transferência eficiente dos compostos orgânicos voláteis da fase aquosa para a fase gasosa, fazendo borbulhar um gás inerte através de uma amostra de água contida numa câmara de purga. O vapor é arrastado através de material adsorvente que retém o analito de interesse. Após a purga estar completa, o material absorvente é aquecido e lavado em contracorrente com o mesmo gás inerte (Pavón et al., 2008; Ruiz-Bevia et al., 2009).

Após o pré-tratamento das amostras, de acordo com as técnicas anteriormente descritas, estas são injetadas em colunas cromatográficas, que são colunas capilares de sílica fundida revestidas por uma fase líquida. A cromatografia gasosa é uma técnica que permite a separação de misturas complexas. Uma vez separados, detetados e quantificados os componentes individuais de uma amostra, o único dado de que se dispõe, para a identificação de cada um destes, é o tempo de retenção dos correspondentes picos cromatográficos, o que não constitui um elemento suficiente para uma identificação explícita, em especial quando se analisam amostras com um elevado número de componentes. O tempo de execução necessário para separar os quatro trihalometanos por cromatografia gasosa convencional varia entre aproximadamente 15 e 35 minutos, nas determinações em que apenas os quatro trihalometanos são determinados, e dependendo do equipamento utilizado (Gutiérrez et al., 2002; McMaster, 2005; Pavón et al., 2008).

De acordo com o que foi referido anteriormente os detetores mais utilizados na análise de compostos orgânicos voláteis em amostras de água são a espectrometria de massa e detetor de captura de eletrões.

A espectrometria de massa permite a rápida identificação qualitativa dos analitos por comparação do seu espectro de massa com espectros de compostos conhecidos existentes na literatura. Esta técnica pode identificar, quase de forma incontestável, qualquer substância pura. No entanto, não consegue identificar os componentes individuais de uma mistura, sem que estes tenham sido previamente separados, devido à extrema complexidade do espectro obtido pela sobreposição dos espectros particulares de cada componente da mistura. A associação entre a cromatografia gasosa e a espectrometria de massa representa uma técnica combinada que permite a separação e identificação de misturas complexas (Gutiérrez et al., 2002; Pavón et al., 2008).

O detetor de captura de eletrões é específico para compostos halogenados e, portanto, é indicado para a determinação de trihalometanos em amostras de água. Geralmente, estes detetores apresentam bons limites de deteção, além de serem simples de manusear (Pavón et al., 2008).

Além das técnicas de deteção mencionadas, existem outros métodos detetores, embora menos utilizados, tais como, o detetor de fluorescência, em que os trihalometanos reagem com uma solução específica formando produtos fluorescentes que serão posteriormente detetados, o detetor de fotoionização por descarga pulsada, em que os compostos são ionizados por fótons e os eletrões resultantes são então direcionados para um eletrodo coletor e o detetor de condutividade eletrolítica, que opera fazendo reagir os trihalometanos com oxigénio de modo a detetar dióxido de cloro e dióxido de bromo (Pavón et al., 2008).

### **3.4.3 Mecanismos para a remoção de trihalometanos e precursores de trihalometanos**

Devido à severa toxicidade dos trihalometanos, estes compostos devem ser identificados, prevenidos e removidos das águas residuais. Vários métodos baseados em tecnologias químicas ou biológicas podem ser usados para remover trihalometanos (Mohd Zainudin et al., 2017).

Os compostos orgânicos voláteis (COV's) são definidos como qualquer composto orgânico com uma pressão de vapor maior do que 0,1 mm Hg que irá volatilizar (evaporar) à temperatura e pressão padrão (20°C e 760 mm Hg). Por sua vez, a volatilização sob condições atmosféricas ambientais pode ser o mecanismo de destino dominante para os compostos orgânicos voláteis especialmente para os que estão presentes nos sistemas de tratamento de água residual. O processo de volatilização, também referido como evaporação, envolve a transferência de compostos orgânicos voláteis da água residual para o ar ambiente através de superfícies

abertas e agitadas. A libertação de compostos orgânicos voláteis por volatilização depende da duração do tempo de contacto entre a água residual e o ar ambiente, da temperatura e da turbulência das águas residuais, do gradiente de concentração de compostos entre a fase líquida e gasosa e a área total de contacto superficial (Melcer et al., 1994; Smith et al., 1980; U.S. EPA, 1978, 1992).

O processo em que é introduzido um gás (geralmente ar) na água residual denomina-se de remoção por ar, tal pode ocorrer por agitação mecânica da água residual, à medida que a água residual percorre o canal de tratamento (quedas), ou por injeção de ar na água residual como uma etapa do processo de tratamento. À medida que as bolhas de ar passam pela água residual, os compostos orgânicos voláteis são transferidos da fase líquida para a fase gasosa. Quando a bolha de gás quebra à superfície da água residual, os COV's são libertados para a atmosfera. Em geral, a volatilização e a remoção por gás são os principais mecanismos de eliminação dos compostos orgânicos voláteis COV's das águas residuais, dado que estes são resistentes à degradação natural (Brooke & Collins, 2011; Metcalf & Eddy, 2014).

A forma mais comum de remoção por ar consiste em utilizar colunas de contracorrente ar/água. Este processo é altamente eficaz para a redução de trihalometanos, mas requer estruturas adicionais. As vantagens oferecidas pelo arejamento difuso e por pulverização são a sua adequação a serem adicionados a processos de tratamento existentes. O arejamento difuso é o processo de introdução de ar no fundo de um reservatório com água de forma a que o ar atravesse a coluna de ar até à superfície, criando contacto ar/água. Este mecanismo tem sido reconhecido para a remoção de trihalometanos da água. O arejamento por pulverização facilita a criação de uma interface entre ar/água, pulverizando água através do ar. A área da superfície dessa interface é a combinação da área da superfície de cada gota individual. Embora este mecanismo seja viável para a remoção de trihalometanos da água, ainda é uma opção relativamente inexplorada. (Brooke & Collins, 2011)

O arejamento difuso e por pulverização dependem do mesmo mecanismo. Um gradiente de concentração conduz os trihalometanos através de uma área de superfície interfacial, movendo os trihalometanos da fase líquida para a fase gasosa. A principal diferença entre estes dois mecanismos é que as bolhas criadas pelo arejamento difuso têm um volume finito e podem atingir a saturação rapidamente, o que significa que a remoção máxima poderá ocorrer no primeiro meio metro de contacto entre a bolha e a água. Como as bolhas de ar têm um pequeno volume, a concentração de trihalometanos dentro das bolhas aumenta com o tempo, diminuindo o gradiente de concentração que por sua vez influencia a transferência de massa os mesmos. Em contraste o arejamento por pulverização oferece uma exposição a um volume maior de ar, o que faz com que o gradiente de concentração não diminua rapidamente, oferecendo assim uma estratégia de arejamento mais eficiente. Apesar do arejamento ser uma estratégia de controlo dos subprodutos da desinfecção, nomeadamente para os trihalometanos, não é eficaz para a remoção de ácidos haloacéticos (Brooke & Collins, 2011).

Como os trihalometanos são compostos orgânicos voláteis dissolvidos da água, e por serem voláteis, o processo de arejamento é utilizado para transferir os COV's da fase líquida para a fase gasosa. A lei de Henry descreve a relação entre a concentração de um gás num líquido e a pressão do gás. Quanto maior a constante de Henry, mais facilmente um composto pode ser transferido da água para o ar, como mostra a seguinte equação (11) (AWWA, 2013):

$$C_{\text{gás}} = H \times C_{\text{líquido}} \quad (11)$$

Onde:  $C_{\text{gás}}$  = Concentração de COV na fase gasosa;

$H$  = Constante de Henry;

$C_{\text{líquido}}$  = Concentração de COV na fase líquida.

A constante de Henry é altamente dependente e diretamente proporcional à temperatura, sendo que quanto mais elevada a temperatura, maior será a constante e, conseqüentemente, maior será o potencial de remoção de COV's (AWWA, 2013; Padalkar & Kumar, 2018).

A constante de Henry para cada tipo de trihalometano é apresentada na tabela 3.16, da mais alta (mais fácil de remover) para a mais baixa (AWWA, 2013; Padalkar & Kumar, 2018).

Tabela 3.16 - Constantes de Henry para cada tipo de trihalometanos (Fonte: AWWA, 2013)

Composto	Constante de Henry (T°C= 20)
Clorofórmio (CHCl <sub>3</sub> ),	170
Bromodiclorometano (CHCl <sub>2</sub> Br)	118
Dibromoclorometano (CHClBr <sub>2</sub> )	47
Bromofórmio (CHBr <sub>3</sub> )	35

De acordo com as constantes apresentadas na tabela 3.16, o clorofórmio, com a maior constante de Henry, é o trihalometano mais fácil de remover da água, e o bromofórmio, com a constante mais baixa, é o mais difícil de remover das quatro espécies de trihalometanos. Na maioria dos sistemas o clorofórmio é a espécie de trihalometanos mais abundante, sendo por isso o principal composto de redução via arejamento. A constante de Henry fornece uma “capacidade de volatilização” esperada, e é um indicador primário do potencial de um composto para a sua remoção por ar (AWWA, 2013).

Compostos orgânicos voláteis com maior pressão de vapor e uma constante de Henry elevada, como por exemplo, compostos orgânicos halogenados, volatilizam mais facilmente do que COV's com baixa pressão de vapor e uma constante de Henry mais baixa (Padalkar & Kumar, 2018).

Estudos apresentados na figura 3.4 mostram as percentagens removidas de cada espécie de trihalometano de acordo com a relação ar/água a temperaturas de 1°C e 20°C. Como esperado, a relação ar/água tem um impacto bastante significativo na remoção dos trihalometanos totais, sendo que a percentagem removida aumenta proporcionalmente com o



aumento desta relação ar/água. Comparando as remoções a temperatura de 20°C e 1°C, observa-se que temperaturas mais elevadas resultam em maiores remoções de trihalometanos (Brooke & Collins, 2011).

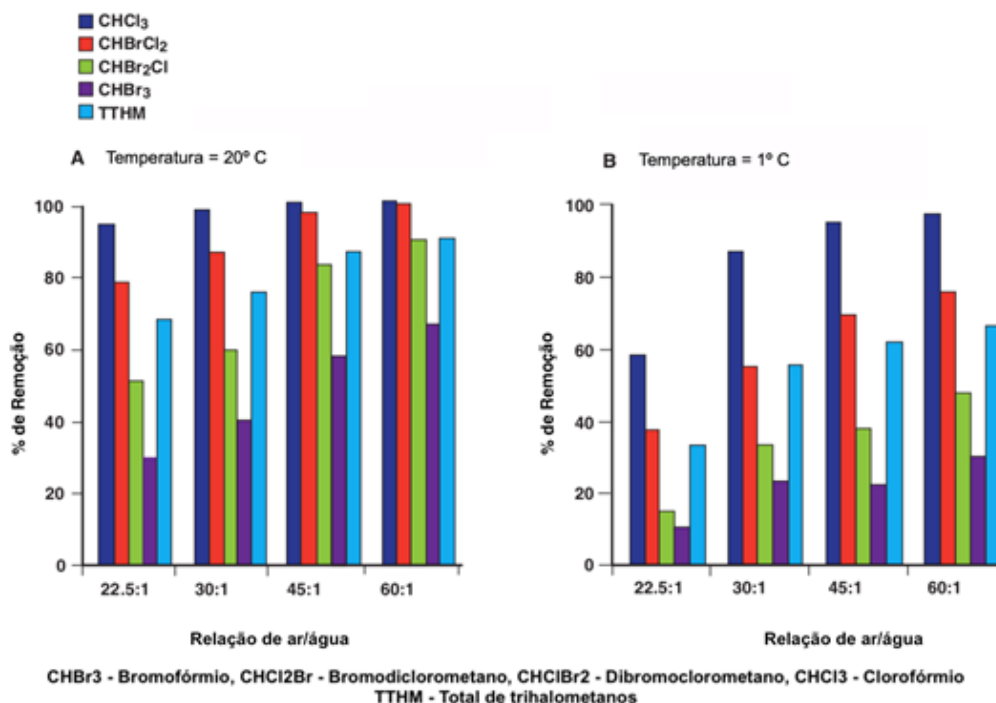


Figura 3.4 - Remoção por arejamento difuso, de quatro espécies de trihalometanos, em função da relação ar/água a 20°C (A) e 1°C (B) Fonte: (Brooke & Collins, 2011)

Estudos apontam que a remoção de COV's por arejamento é consideravelmente maior do que por volatilização, pois a ação mecânica do arejamento causa um aumento na transferência de massa do efluente para a fase gasosa, implicando assim uma maior remoção (Padalkar & Kumar, 2018).

Para além dos mecanismos referidos anteriormente, que têm como objetivo a remoção de trihalometanos após a sua formação, existem outros mecanismos que podem ser utilizados tanto para a remoção de trihalometanos como para a remoção dos precursores antes da formação dos mesmos, tais como:

- A **biodegradação** é a degradação de compostos por microrganismos. A matéria orgânica natural precursora de trihalometanos pode ser biodegradada, sendo a fração não húmica desta matéria a fração mais fácil de biodegradar. Para a remoção das outras frações, a sorção tem sido proposta como um processo essencial. Quanto aos trihalometanos, estes podem ser removidos, em condições aeróbicas, utilizando bactérias nitrificantes. Os trihalometanos bromados são mais facilmente removidos pela degradação microbiana em comparação com os clorados (Mohd Zainudin et al., 2017).

- A **adsorção** consiste no processo de transferência de massa, no qual o composto é transportado na interface entre duas fases (gasosa/sólida ou líquida/sólida). Os compostos adsorvem à superfície da fase sólida através de interações físico-químicas. O sólido no qual ocorre a adsorção denomina-se de adsorvente. A adsorção é um processo ocasionalmente reversível, e os adsorventes podem ser regenerados utilizando um processo de dessorção apropriado. Diversos tipos de adsorventes, como carvão ativado granulado, carvão ativado em pó, nanotubos de carbono e resinas de troca iônica, têm sido investigados para a adsorção de precursores de trihalometanos e de trihalometanos. Destes, o carvão ativado tornou-se o adsorvente mais frequentemente utilizado (Mohd Zainudin et al., 2017).

- A **coagulação/floculação** tem sido investigado como um processo de remoção para os precursores de trihalometanos. Como a presença de matéria orgânica natural é muito importante na formação dos trihalometanos, a sua remoção torna-se essencial. O processo de coagulação destabiliza as cargas das partículas, e os coagulantes com cargas positivas são adicionados à água para neutralizar as cargas negativas dos sólidos suspensos dispersos, tais como substâncias orgânicas. As partículas suspensas unem-se formando microflocos quando a carga é neutralizada. Através do processo de mistura lenta, os microflocos colidem uns com os outros, formando flocos maiores. A floculação envolve o uso de polímeros de modo a formar conexões entre os flóculos, formando aglomerados maiores. Atualmente, os tipos de coagulante/floculante utilizados na remoção de precursores de trihalometanos são o cloreto de ferro, sulfato de alumínio e cloreto de polialumínio (Mohd Zainudin et al., 2017).

- A **filtração por membrana**. Diversos estudos foram realizados utilizando filtração por membrana (microfiltração, ultrafiltração e nanofiltração) para eliminar os precursores de trihalometanos. O processo de filtração por membrana proporciona uma eficiência de remoção dos precursores de trihalometanos muito melhor do que os outros processos, e foi considerado o melhor método disponível para esse fim. No entanto, o principal desafio no uso da filtração por membranas é o custo operacional, que está principalmente relacionado com a substituição membrana devido a incrustações, consumo de eletricidade e dimensionamento operacional (Mohd Zainudin et al., 2017).

- A **oxidação química**, em que na ausência de microrganismos aeróbios na água residual, certos tipos de trihalometanos poderão ser oxidados através de uma reação química com oxigênio dissolvido presente na água residual, ou por determinados produtos químicos adicionados à água residual (Melcer et al., 1994).

Embora o arejamento como pós-tratamento para remover os trihalometanos após a sua formação seja uma opção subutilizada e não tenha recebido tanta atenção como as outras duas estratégias de controle, isto é, a substituição do cloro por outro desinfetante alternativo e a redução dos precursores orgânicos antes da desinfecção por cloro, é uma opção de baixo custo e com a melhor relação custo-benefício para a redução dos subprodutos da desinfecção (Brooke & Collins, 2011).

#### **3.4.4 Controlo dos trihalometanos em águas residuais**

As águas residuais deverão ser tratadas de modo a não comprometerem a qualidade do meio recetor onde irão ser descarregadas, assim como assegurarem a proteção da saúde pública, a gestão integrada dos recursos hídricos, a preservação do meio ambiente e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. A desinfecção é uma etapa adicional de tratamento, que é necessária sempre que os efluentes tratados sejam descarregados em águas de influência balnear, águas para fins conquícolas e piscícolas, e em águas superficiais destinadas à produção de água para consumo humano (Decreto-Lei n.º152/97 de 19 de Junho, 1997; Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de agosto, 1998).

O controlo dos trihalometanos em águas residuais pode ser alcançado removendo os precursores, otimizando as condições de cloragem, implementando um pós-tratamento ou usando desinfetantes alternativos. Alguns dos métodos típicos de remoção de precursores de trihalometanos, como a coagulação avançada, adsorção por carvão ativado e filtração por membrana, podem não ser eficazes e terem um elevado custo de capital e de operação e manutenção quando aplicadas às águas residuais (Hua & Yeats, 2010).

Desinfetantes alternativos, como o ozono, o dióxido de cloro e a radiação UV, não formam trihalometanos a níveis significativos, mas o uso de desinfetantes alternativos com a finalidade de controlar a formação de trihalometanos deve ser cuidadosamente avaliado quanto ao custo e à formação de outros subprodutos (Hua & Yeats, 2010).

A cloragem das águas residuais, normalmente, ocorre ao ar livre, permitindo que as águas residuais sejam expostas à irradiação UV da luz solar. A irradiação solar pode causar a dissociação do cloro. Consequentemente, são necessárias doses mais elevadas de cloro para se atingir uma desinfecção eficiente. Ao mesmo tempo, a irradiação UV pode atuar como um catalisador para a formação dos trihalometanos o que resulta no aumento das concentrações dos mesmos. Estudos demonstram que a concentração de cloro residual livre aumentou e a concentração de trihalometanos foi significativamente menor quando a desinfecção ocorre em ambiente fechado em comparação com a desinfecção ao ar livre. Deste modo, devem ser tomadas medidas por parte das entidades gestoras das águas residuais para reduzir a irradiação da luz solar durante o processo de desinfecção, de forma, a reduzir o consumo de cloro e a formação de trihalometanos (Hua & Yeats, 2010).

O controlo do pH durante a cloragem das águas residuais também é importante, de modo, a reduzir os níveis de formação de trihalometanos, dado que, a formação de trihalometanos tende a ser maior quando o pH é mais elevado (Hua & Yeats, 2010).

A utilização de cloraminas como agente desinfetante demonstrou ser um método prático e altamente eficaz para o controlo dos subprodutos na água potável. O uso de cloraminas

também tem sido utilizada na desinfecção de águas residuais para controlar a formação de trihalometanos. As cloraminas têm, em geral, um poder de desinfecção mais fraco do que o cloro livre, no entanto, tendem a ser mais estáveis do que o cloro livre devido ao seu potencial de oxidação mais baixo. A adição de amónia pode ajudar a manter um residual duradouro durante a desinfecção das águas residuais, portanto, a adição de amónia às águas residuais não compromete necessariamente a eficácia da desinfecção. Outro benefício potencial da adição de amónia no controlo dos trihalometanos é a formação de bromoaminas a partir da reação da amónia com o bromo. As bromoaminas não são ativas na formação de trihalometanos bromados (Hua & Yeats, 2010).

Outro método que pode ser utilizado para controlar a formação de trihalometanos é a adição de bromo à água residual. A formação de espécies de trihalometanos bromadas aumenta com o aumento da concentração de brometo, e as espécies não bromadas têm tendência a diminuir. No entanto a adição de brometo não controla a formação dos trihalometanos totais. De modo a que exista um controlo eficiente, a dose adicionada de brometo deve ser limitada a níveis que possam ser, efetivamente, controladas as concentrações de espécies bromadas, como o bromodiclorometano ( $\text{CHCl}_2\text{Br}$ ) e o dibromoclorometano ( $\text{CHClBr}_2$ ) (Hua & Yeats, 2010).

Controlar a formação de trihalometanos no tratamento de água residual é uma tarefa desafiante. São necessários mais estudos de modo a compreender melhor os mecanismos de formação dos trihalometanos, para deste modo se conseguir atuar de uma forma eficaz, prevenindo ou minimizando a sua formação. A otimização da etapa de cloragem é muito importante, pois poderá reduzir as concentrações de trihalometanos formados.

#### **3.4.5 Efeitos na saúde associados aos trihalometanos**

Desde que os trihalometanos foram descobertos pela primeira vez como subprodutos de desinfecção, em 1974, tem havido um enorme esforço de pesquisa para entender como estas compostos são formados. Desde meados da década de 1980, que os estudos epidemiológicos têm mostrado que existe uma potencial associação entre o cancro da bexiga e a água clorada e possivelmente também com cancro do cólon e reto. Além disso, estudos de saúde mais recentes revelaram potenciais associações entre a água clorada e os efeitos no sistema reprodutor e no desenvolvimento (Hrudey, 2009; U.S. EPA, 2006).

A exposição humana aos subprodutos da cloragem pode acontecer não só pela ingestão direta da água, mas também por meio de inalação, após a transferência dos subprodutos para o ar, absorção dérmica durante o banho, na lavagem de roupas de louça, ou em qualquer outra atividade que utilize água clorada. Estudos indicaram que a exposição a compostos voláteis por adsorção dérmica e inalação pode ser maior do que a exposição somente por ingestão. Estes tipos de compostos não são degradados ou digeridos, por esta razão, o corpo irá

armazená-los nos tecidos adiposos. A segregação destes ocorre através do leite materno, do sangue e do sêmen (Mohamadshafiee & Taghavi, 2012; Paixão et al., 2014; Y. Wang et al., 2018).

Os trihalometanos estão entre os subprodutos da desinfecção mais estudados. Têm vindo a ser identificados como compostos mutagénicos genotóxicos que podem ser tóxicos tanto para os seres humanos como para a vida aquática. O clorofórmio e o dibromoclorometano são considerados cancerígenos, enquanto que o bromodiclorometano e o bromofórmio foram identificados como agentes mutagénicos que alteram o ADN. Existe também um maior risco de asma aquando da exposição aos trihalometanos (Mohamadshafiee & Taghavi, 2012; Mohd Zainudin et al., 2017).

De acordo com estudos epidemiológicos os subprodutos da desinfecção estão associados a um aumento do risco de cancro do cólon e da bexiga e ao nascimento prematuro e natimorto. Além disso, a exposição a longo prazo aos subprodutos da desinfecção pode aumentar os efeitos adversos no sistema reprodutor. A exposição aos trihalometanos mostrou resultar em resultados reprodutivos adversos e cancros digestivos e ter impactos negativos nos sistemas genitourinários (Mohd Zainudin et al., 2017).

Um estudo sobre a relação entre o risco de morte devido ao cancro de bexiga e a exposição aos trihalometanos presentes na água potável mostrou haver uma correlação positiva entre estes dois. O consumo de concentrações elevadas de trihalometanos aumentaram o risco de cancro de bexiga. Outros estudos sobre a correlação entre o cancro do cólon e os subprodutos da desinfecção em água potável evidenciaram que há um risco elevado de desenvolver cancro do cólon quando se consome água potável desinfetada com cloro (Mohamadshafiee & Taghavi, 2012).

O número de estudos epidemiológicos sobre exposição a subprodutos de desinfecção e sua influência na reprodução e em defeitos congénitos é pequeno. No entanto, esses estudos mostram que existe uma conexão entre exposição aos trihalometanos e o aborto espontâneo, os defeitos congénitos e os atrasos no crescimento (Mohamadshafiee & Taghavi, 2012).

Relativamente aos animais, os quatro trihalometanos regulamentados são cancerígenos em roedores. Apenas dois foram administrados diretamente na água que os animais consumiam, bromodiclorometano e o clorofórmio, e ambos causaram resultados negativos nos roedores através desta via. No entanto, nos roedores, onde foi administrado bromodiclorometano desenvolveram tumores no fígado e nos roedores onde se administrou o clorofórmio desenvolveram tumores renais, no fígado e nos intestinos e mutações cromossómicas (Mohamadshafiee & Taghavi, 2012; Wexler et al., 2014).

Existem evidências de que estes subprodutos podem ter efeitos sinérgicos nos quais uma combinação dos mesmos é bastante mais tóxica do que a toxicidade de cada subproduto

individualmente. Além disso, os efeitos na saúde causados por este tipo de subprodutos a longo prazo podem levar décadas ou gerações a manifestarem-se, por esta razão, poderá ser impossível provar clinicamente os reais efeitos adversos. Por outro lado, as doenças induzidas pelos subprodutos de desinfecção também podem surgir de outras causas, portanto, a menos que a contribuição dos subprodutos seja muito grande, é impossível ser detetável com um elevado nível de confiança (Mohamadshafiee & Taghavi, 2012).

Os trihalometanos são absorvidos facilmente através da pele, respiração ou ingestão e, em seguida, são encaminhados até ao estômago, fígado e rins. A eliminação da maior parte destes compostos é conseguida através dos pulmões. O clorofórmio sofre um processo diferente dos outros trihalometanos. O metabolismo do clorofórmio é bem compreendido. Aproximadamente 50% de uma dose oral de 0,5 gramas é metabolizada em dióxido de carbono nos seres humanos. O metabolismo depende da dose, diminuindo com uma maior exposição. Aproximadamente 38% da dose foi convertida no fígado e menos de 17% foi exalado dos pulmões antes de chegar ao sistema circulatório (Wexler et al., 2014).

Este tema é de extrema importância para se poder intervir e de modo a minimizar os riscos associados aos subprodutos na saúde e no ambiente, mas também é bastante complexo, e por isso são necessários mais estudos para se compreender melhor quais os verdadeiros efeitos adversos que estes compostos provocam.

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) classifica o clorofórmio como Grupo B1, ou seja, um provável cancerígeno humano com dados humanos limitados, o bromodiclorometano e bromofórmio como Grupo B2, isto é, um provável cancerígeno humano com dados animais suficientes e o dibromoclorometano como Grupo C, um possivelmente cancerígeno humano (Paixão et al., 2014; U.S. EPA, 2006; Y. Wang et al., 2018).

## 4 Metodologia

Em termos metodológicos por forma a cumprir os objetivos, e ainda que podendo haver outros modos, decidiu-se que os trabalhos seriam conduzidos numa forma aplicada a um caso de estudo.

### 4.1 Caso de estudo: ETAR Barreiro/Moita - caracterização geral do sistema de tratamento da ETAR

A ETAR do Barreiro/Moita foi dimensionada para tratar a água residual de cerca de 209 000 habitantes equivalentes correspondente ao ano horizonte de projeto de 2035. Em termos hidráulicos a capacidade da ETAR é de 7 800 m<sup>3</sup>/h e em termos médios de 64 790 m<sup>3</sup>/d.

Esta ETAR é composta por uma linha de tratamento principal que engloba: tratamento preliminar, constituído por gradagem grossa, tamisador e desarenador/desengordurador; o tratamento primário efetuado em decantadores lamelares; o tratamento secundário realizado segundo um sistema de lamas ativadas seguido de decantadores secundários retangulares e o tratamento terciário.

O tratamento terciário era inicialmente efetuado por meio de radiação ultravioleta, no entanto devido a dificuldades de operação e manutenção (equipamento muito sensível e custo energético elevado), foi necessário estudar um método de desinfecção alternativo, de modo a cumprir as exigências de qualidade impostas, recorrendo-se atualmente à desinfecção por cloração.

A ETAR possui ainda uma linha paralela à linha de tratamento principal, constituída por uma etapa de coagulação/floculação e decantação primária acelerada, que tem a capacidade de dar resposta a caudais afluentes maiores, em eventos de elevada pluviosidade.

A linha da fase sólida, que tem como objetivo o tratamento e estabilização das lamas, é constituída por espessamento gravítico de lamas primárias, espessamento mecânico de lamas biológicas, digestão anaeróbia mesofílica em média carga com aproveitamento do biogás em grupo de cogeração e desidratação de lamas por intermédio de centrífugas.

Existe também uma linha de fase gasosa cuja finalidade é o tratamento de odores com recurso a torres de desodorização química.

O diagrama linear simplificado da ETAR Barreiro/Moita está representado na figura 4.1.

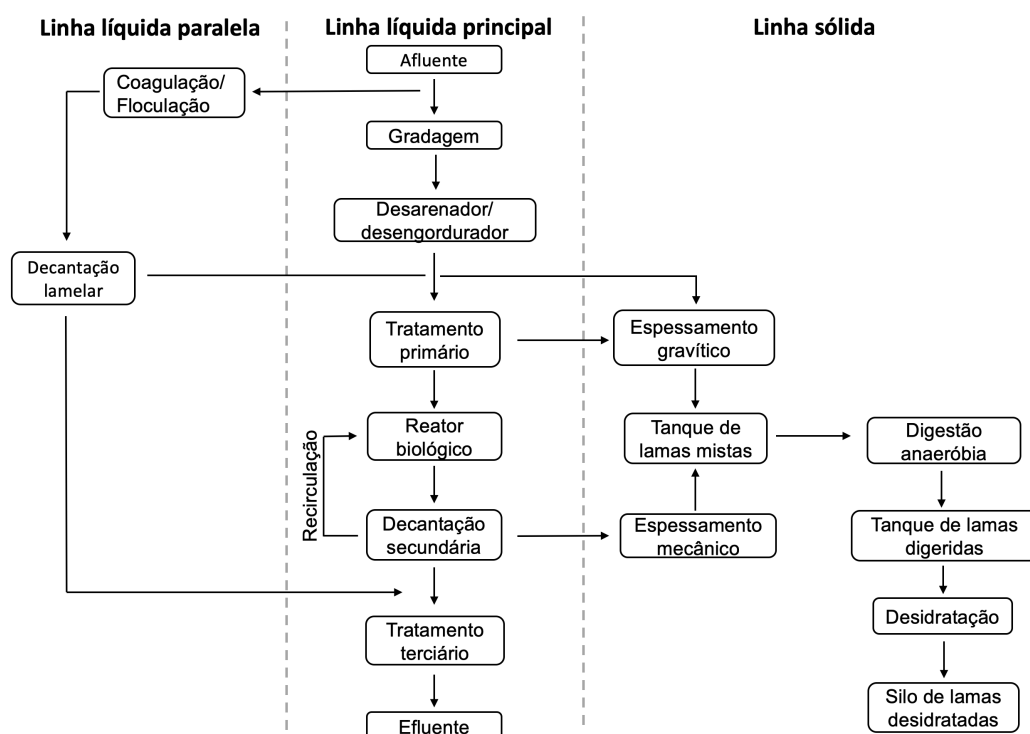


Figura 4.1 - Diagrama linear simplificado da ETAR Barreiro/Moita

## 4.2 Caracterização qualitativa e quantitativa do efluente

O dimensionamento das infraestruturas da ETAR teve por base os dados relativos à população servida, aos caudais e aos fluxos poluentes. Foi também necessário ter em consideração as muitas variações de caudal e carga afluentes, particularmente, entre a época alta e a época baixa. Os dados de projeto para o ano zero, e para o ano horizonte de projeto encontram-se na tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Características do afluente para efeitos de dimensionamento

Parâmetro	Época	Ano zero	Ano horizonte de projeto
População (hab.)	Alta	150 000	209 000
	Baixa	150 000	209 000
Caudal médio diário (m³/dia)	Alta	37 480	58 930
	Baixa	43 250	64 790
Causal ponta (m³/hora)	Alta	2 260	3 900
	Baixa	5 570	7 800
CQO (kg/dia)	Alta	22 490	30 050
	Baixa	23 140	29 480
CBO <sub>5</sub> (Kg/dia)	Alta	13 120	17 680
	Baixa	13 190	16 850
SST (Kg/dia)	Alta	10 120	13 550
	Baixa	10 600	13 600



Durante o ano de 2017 e 2018 foi tratado um caudal médio de 18 305 m<sup>3</sup>/dia e 18 829 m<sup>3</sup>/dia, respetivamente. Estes valores estão bastante abaixo do caudal médio esperado para o ano zero. De mencionar também que 10% do caudal afluente à ETAR provém de fontes industriais.

### 4.3 Exigências de qualidade do efluente a descarregar no meio recetor

No caso da ETAR de Barreiro/Moita o meio hídrico onde o efluente final é descarregado é o Estuário do Tejo, classificada como zona sensível pelo Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho. Como tal, o nível de tratamento está de acordo com o referido Decreto-Lei, particularmente no que se refere à qualidade bacteriológica do efluente final. Os objetivos de tratamento para os principais parâmetros de qualidade encontram-se na tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Exigências de qualidade para o efluente tratado na ETAR do Barreiro/Moita

Parâmetro	Concentração
CBO <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> ) <sup>(a)</sup>	25
CQO (mg/l O <sub>2</sub> ) <sup>(a)</sup>	125
SST (mg/l) <sup>(a)</sup>	35
CF (CF/100 ml) <sup>(b)</sup>	2 000

<sup>(a)</sup> Quadro n.º 1 da alínea B) do Anexo I do Decreto-Lei n.º 152/97, de 9 de Julho

<sup>(b)</sup> Anexo XV do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto

A linha de tratamento paralela à linha de tratamento principal terá de ter eficiências de remoção não inferiores a 45% para a CBO<sub>5</sub> e CQO, e de 75% para os SST, assim como o valor de coliformes fecais não poderá ser superior a 2 000 NMP/100 ml.

### 4.4 Plano Experimental e implementação

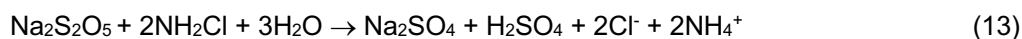
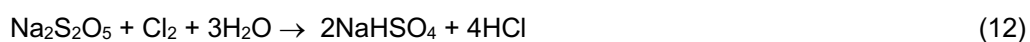
De modo a avaliar a formação de trihalometanos em águas residuais cloradas, estudou-se a formação dos mesmos em águas residuais da ETAR Barreiro/Moita. A adição do desinfetante foi efetuada em ensaios laboratoriais. A recolha das amostras de água residual ocorreu à saída do decantador secundário, e imediatamente antes do tratamento terciário, estando por isso isentas de quaisquer vestígios de cloro. Posteriormente, foram transportadas para o laboratório onde foram efetuados os ensaios experimentais.

A desinfecção das amostras de água residual com cloro foi realizada através da adição de hipoclorito de sódio. O volume de hipoclorito de sódio adicionado foi variando de ensaio para ensaio, consequentemente a concentração de cloro residual também variou. O tempo de contacto também foi alterado nos vários ensaios, de modo a que fosse possível perceber quais eram as concentrações de cloro e os tempos de contacto que permitiam a formação de trihalometanos, bem como quais as espécies que se formariam.

Depois de determinados tempos de reação, que foram estipulados de acordo com os ensaios, era necessário cessar a reação entre o cloro e a matéria orgânica para garantir que esses

tempos eram cumpridos. Para tal efeito foi adicionado o reagente metabissulfito de sódio, de acordo com uma dosagem que garantisse a paragem da reação, tendo sido adicionado 1,6 mg/l de metabissulfito de sódio por cada mg/l de cloro, segundo a estequiometria apresentada em Metcalf & Eddy, 2014.

As reações do metabissulfito de sódio com cloro residual livre e com o cloro residual combinado, representado pela monocloramina, são apresentadas nas equações 12 e 13.



Após a preparação das amostras com diferentes concentrações de cloro e respetivos tempos de contacto, estas foram distribuídas pelos respetivos frascos de análise, para serem posteriormente analisadas. Foi realizado o controlo dos seguintes parâmetros analíticos:

- pH, condutividade, SST, CQO, e  $\text{NH}_4$ , tendo estes sido analisados no laboratório interno localizado na ETAR da Quinta do Conde;
- Cloro livre, cloro total e trihalometanos, sendo que as determinações analíticas destes foram efetuadas no Laboratório de Química e Ambiente (LABQUI). Este laboratório é acreditado desde 1994 pelo Instituto Português da Acreditação (IPAC), de acordo com a norma EN ISO/IEC 17025.

Na tabela 4.3 encontram-se os métodos pelos quais os parâmetros acima referidos foram determinados.

Tabela 4.3 - Parâmetros e métodos utilizados durante o procedimento experimental

Parâmetro	Método
pH	Método eletroquímico
Condutividade	Método condutimétrico
CQO	Método colorimétrico – Kit LCK 314
SST	Método gravimétrico
$\text{NH}_4$	Método colorimétrico – Kit LCK 303
Cloro livre	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição
Cloro total	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição
Cloro ativo	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição
Trihalometanos	GC-MS

Os parâmetros a analisar foram sendo adaptados durante o decorrer dos ensaios, de acordo com os seus resultados, para permitir uma melhor compreensão dos fenómenos associados à formação dos compostos orgânicos voláteis. Os parâmetros determinados em cada ensaio constam na tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Parâmetros determinados em cada ensaio experimental realizado

Ensaio	Parâmetros								
	Trihalometanos	Cloro livre	Cloro total	Cloro ativo	pH	Condutividade	SST	CQO	NH <sub>4</sub>
1	X	X	X	X	X	-	-	X	-
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X	-	X
4	X	X	X	X	X	-	-	-	X
5	X	X	X	X	X	-	-	-	X

Os ensaios experimentais tiveram como objetivo compreender em que intervalos de concentração de cloro ocorria a formação de trihalometanos e quais as suas concentrações, ou seja, se possível, obter uma correlação entre a dose de cloro e a formação de trihalometanos.

Para tal, inicialmente, foram doseadas concentrações de cloro crescentes e estabelecido que o tempo de contacto não iria ser controlado, ou seja, o cloro e a matéria orgânica presentes na água residual permaneciam em contacto desde a adição do cloro à amostra até esta ser analisada no laboratório externo.

Após avaliar em que concentrações de cloro haveria maior formação de trihalometanos, procedeu-se a análises pormenorizadas nessas concentrações. Limitou-se também o tempo de contacto, de modo a compreender quais seriam os tempos necessários para que ocorressem as reações que levam à formação dos trihalometanos. De modo a parar a reação do cloro com a matéria orgânica, ou seja, a neutralizar a ação do cloro, foi adicionado a cada amostra, após o tempo de contacto definido, uma dose de metabissulfito de sódio, conforme já mencionado.

No primeiro ensaio foram doseadas quatro concentrações de cloro (10, 20, 50 e 100 mg/l), de modo a perceber se, em geral, quais os intervalos onde haveria mais potencial para a formação de trihalometanos, sendo que os tempos de contacto foram indefinidos. Na tabela 4.5, constam as concentrações de cloro analisadas referentes ao primeiro ensaio. Nesta tabela também são apresentados os volumes de hipoclorito de sódio (NaOCl) que foram adicionados de modo a obter as concentrações de cloro pretendidas.

Tabela 4.5 - Concentrações de cloro doseadas no primeiro ensaio

Amostra	Concentração de cloro (mg/l)	Cloro ativo (g/l)	Volume de NaOCl (ml)	Volume amostra (ml)	Volume final (ml)	Tempo de contacto (min)
Branco	-	-	-	1000	1000	-
1	10	170	0,06	999,94	1000	Indefinido
2	20	170	0,12	999,88	1000	Indefinido
3	50	170	0,29	999,71	1000	Indefinido
4	100	170	0,59	999,41	1000	Indefinido

Num segundo ensaio foram doseadas concentrações de cloro repetidas (50 e 100 mg/l), uma concentração intermédia (75 mg/l) e outra mais alta (125 mg/l). Comparativamente ao primeiro ensaio, dosearam-se concentrações de cloro mais elevadas, devido a ser nestas concentrações onde houve evidências de uma maior formação de trihalometanos. Deste modo

tentou perceber-se que espécies de trihalometanos se formariam e quais as suas concentrações. Numa das amostras, foi doseado metabissulfito de sódio, de forma a se começar a entender qual seria o tempo de contacto necessário para que ocorresse a formação de trihalometanos, sendo que o tempo de reação desta amostra foi de 5 minutos. Na tabela 4.6, constam as concentrações de cloro analisada e os tempos de contacto correspondentes.

Tabela 4.6 - Concentrações de cloro doseadas e tempos de contacto referentes ao segundo ensaio

Amostra	Concentração de cloro (mg/l)	Cloro ativo (g/l)	Volume de NaOCl (ml)	Volume amostra (ml)	Volume final (ml)	Tempo de contacto (min)
Branco	-	-	-	1000	1000	-
1	50	167,4	0,30	999,70	1000	Indefinido
2	75	167,4	0,45	999,55	1000	Indefinido
3	100	167,4	0,60	999,40	1000	Indefinido
4	100	167,4	0,60	999,40	1000	5
5	125	167,4	0,75	999,25	1000	Indefinido

O terceiro ensaio teve como objetivo perceber se após existir a formação de trihalometanos, estes se poderiam remover da água, sendo volatilizados. Para tentar atingir esse resultado recorreu-se à agitação das amostras. Os tempos de agitação das amostras foram distintos (1, 2, 3 e 5 minutos), sendo que a concentração de cloro doseada foi sempre a mesma (125 mg/l). Recorreu-se a esta concentração, que por ser elevada, garantia o aparecimento de trihalometanos. Mediu-se também o oxigénio dissolvido introduzido durante agitação das amostras, sendo importante para se entender a quantidade de ar que estaria a ser introduzido na amostra. O tempo de repouso até as amostras serem agitadas foi de uma hora, de forma a garantir que existia tempo de contacto suficiente para que ocorresse a formação de trihalometanos. Na tabela 4.7, constam as concentrações de cloro analisadas, os tempos de contacto e tempos de agitação correspondentes.

Tabela 4.7 - Concentrações de cloro doseadas, tempos de contacto e tempos de agitação relativos ao terceiro ensaio

Amostra	Concentração de cloro (mg/l)	Cloro ativo (g/l)	Volume de NaOCl (ml)	Volume amostra (ml)	Volume final (ml)	Tempo de agitação (min)
Branco	-	-	-	1000	1000	0
1	125	167,4	0,75	999,25	1000	0
2	125	167,4	0,75	999,25	1000	1
3	125	167,4	0,75	999,25	1000	2
4	125	167,4	0,75	999,25	1000	3
5	125	167,4	0,75	999,25	1000	5

No quarto ensaio foram doseadas concentrações mais baixas de cloro (5, 20, 30 e 40 mg/l), para se perceber melhor qual era a formação de trihalometanos nestas concentrações, sendo que o tempo de contacto foi indefinido. Também neste ensaio foram testados vários tempos de contacto (1, 5, 15, 30 e 60 minutos), para se avaliar a partir de que tempos as reações de formação dos trihalometanos estariam completas, e se começariam a formar em maiores concentrações. Para se perceber a formação de acordo com os tempos de contacto, a concentração de cloro doseada nessas amostras foi de 100 mg/l, de modo a garantir que

existia a formação de trihalometanos. De modo que a reação entre o cloro e a matéria orgânica fosse interrompida ao fim dos tempos referidos foi adicionado nestas amostras metabissulfito de sódio, com o fim de neutralizar a ação do cloro. Na tabela 4.8, constam as concentrações de cloro analisada e os tempos de contacto correspondentes.

Tabela 4.8 - Concentrações de cloro doseadas e tempos de contacto referentes ao quarto ensaio

Amostra	Concentração de cloro (mg/l)	Cloro ativo (g/l)	Volume de NaOCl (ml)	Volume amostra (ml)	Volume final (ml)	Tempo de contacto (min)
Branco	-	-	-	1000	1000	-
1	5	167,4	0,03	999,97	1000	Indefinido
2	20	167,4	0,12	999,88	1000	Indefinido
3	30	167,4	0,18	999,82	1000	Indefinido
4	40	167,4	0,24	999,76	1000	Indefinido
5	100	167,4	0,60	999,40	1000	1
6	100	167,4	0,60	999,40	1000	5
7	100	167,4	0,60	999,40	1000	15
8	100	167,4	0,60	999,40	1000	30
9	100	167,4	0,60	999,40	1000	60

No quinto ensaio foram repetidas concentrações de cloro doseadas em ensaios anteriores (5, 10 e 125 mg/l), de modo a entender se os resultados seriam semelhantes. Dosearam-se também concentrações de cloro intermédias que ainda não se tinham estudado (60 e 80 mg/l), e uma concentração de cloro mais elevada (150 mg/l) para se perceber qual a diferença comparativamente às que já se tinham doseado. Avaliou-se novamente a formação de trihalometanos ao longo do tempo, para uma concentração de cloro mais baixa (10 mg/l) e para outra mais elevada (150 mg/l). Os tempos de reação analisados neste ensaio foram de 15, 30, 60, 90 e 120 minutos, sendo que alguns destes tempos já tinham sido analisados em ensaios anteriores. Assim como nos outros ensaios, de modo a que se interrompesse a reação do cloro com a matéria orgânica adicionou-se metabissulfito de sódio às amostras para neutralizar a ação do cloro ao fim do tempo de contacto estipulado. Na tabela 4.9, constam as concentrações de cloro analisadas e os tempos de contacto correspondentes.

Tabela 4.9 - Concentrações de cloro doseadas e tempos de contacto referentes ao quinto ensaio

<b>Amostra</b>	<b>Concentração de cloro (mg/l)</b>	<b>Cloro ativo (g/l)</b>	<b>Volume de NaOCl (ml)</b>	<b>Volume amostra (ml)</b>	<b>Volume final (ml)</b>	<b>Tempo de contacto (min)</b>
Branco	-	-	-	1000	1000	-
1	5	164	0,03	999,97	1000	Indefinido
2	10	164	0,06	999,94	1000	Indefinido
3	10	164	0,06	999,94	1000	15
4	10	164	0,06	999,94	1000	30
5	10	164	0,06	999,94	1000	60
6	10	164	0,06	999,94	1000	90
7	10	164	0,06	999,94	1000	120
8	50	164	0,30	999,70	1000	Indefinido
9	60	164	0,37	999,63	1000	Indefinido
10	80	164	0,49	999,51	1000	Indefinido
11	125	164	0,76	999,24	1000	Indefinido
12	150	164	0,91	999,09	1000	Indefinido
13	150	164	0,91	999,09	1000	15
14	150	164	0,91	999,09	1000	30
15	150	164	0,91	999,09	1000	60
16	150	164	0,91	999,09	1000	90
17	150	164	0,91	999,09	1000	120

## 5 Resultados e discussão

O presente trabalho teve como objetivo entender qual a influência da concentração de cloro e do tempo de contacto na formação de trihalometanos em águas residuais desinfetadas com cloro, neste estudo em específico na ETAR Barreiro/Moita. Foram também determinados outros compostos orgânicos voláteis halogenados para além das quatro principais espécies de trihalometanos, como é apresentado nos boletins de análise, anexo II. No entanto, e como era previsto, só se verificou a o aparecimento de clorofórmio, bromodiclorometano, dibromoclorometano e bromofórmio. Deste modo o estudo irá incidir sobre estes. Os resultados experimentais resultantes desta avaliação serão apresentados e discutidos em seguida.

### 5.1 Concentração de cloro doseada

O desinfetante utilizado no presente estudo foi o hipoclorito de sódio (NaOCl), como já foi referido. Foram utilizadas diversas concentrações de cloro, de modo a que se conseguisse estudar qual o efeito deste parâmetro na formação de trihalometanos. A concentração de cloro ativo na solução de hipoclorito de sódio tende a diminuir ao longo do tempo devido a diversos fatores. Para cada ensaio foi determinado qual a concentração de cloro ativo presente na solução de hipoclorito de sódio utilizada, e os valores das concentrações foram corrigidos. A correção dos valores efetuou-se através da equação 14. Os valores reais de cloro doseado são apresentados na tabela 5.1, de acordo com cada ensaio.

$$\text{Concentração real de cloro } \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = \frac{\text{Cloro ativo } \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) \times \text{Volume adicionado de NaOCl (ml)}}{\text{Volume total da amostra (ml)}} \quad (14)$$

Tabela 5.1 - Correção das concentrações de cloro doseadas

Ensaio	Concentração teórica de cloro doseado (mg/l)	Cloro ativo (g/l)	Concentração real de cloro adicionada (mg/l)
1	0	167,4	0
	10		9,8
	20		19,7
	50		49,2
	100		98,5
2	0	151,404	0
	50		45,2
	75		67,8
	100		90,4
3	125	129,828	113,1
	125		96,9
	0		0
4	5	144,336	4,3
	20		17,2
	30		25,9
	40		34,5
	100		86,2
5	0	143,22	0
	5		4,4
	10		8,7
	50		43,7
	60		52,4
	80		69,9
	125		109,2
	150		131,0

## 5.2 Formação de trihalometanos

A formação de trihalometanos foi analisada fazendo-se variar as concentrações de cloro, assim como o tempo de reação entre o cloro e a matéria orgânica. Em seguida vão ser apresentados os resultados experimentais obtidos nos vários ensaios, e de acordo com os tempos de contacto.

Numa primeira fase apresentam-se os resultados em que se faz variar a concentração de cloro e que o tempo de contacto não é controlado, ou seja, a reação do cloro e da matéria orgânica ocorreu desde o momento da adição do hipoclorito de sódio à amostra até esta ser analisada em laboratório externo. Sendo que os resultados serão apresentados em termos de formação de trihalometanos totais e depois por especiação, isto é, por cada espécie de trihalometano, dando-se uma maior importância ao clorofórmio dado que é o trihalometano que se forma com



maior frequência. Numa segunda fase apresentam-se os resultados onde se limitou os tempos de contacto, e se manteve sempre a mesma concentração de cloro, de modo a compreender qual a influência do tempo da reação na formação destes compostos.

Existem limites de quantificação associados aos métodos analíticos utilizados nas análises dos trihalometanos, sendo que o limite de quantificação associado à determinação do clorofórmio é de 2 µg/l, e para os restantes trihalometanos, bromodiclorometano, dibromoclorometano e bromofórmio, o limite de quantificação é 10 µg/l. Ou seja, o método analítico aplicado não deteta valores inferiores a 2 e a 10 µg/l, para o clorofórmio e para os restantes trihalometanos, respetivamente. De referir, que para efeitos de tratamento de dados, nomeadamente em termos gráficos, assume-se zero quando os resultados são inferiores aos limites de deteção.

### 5.2.1 Formação em função da dose (tempo de reação não controlado)

- **Ensaio 1**

Começamos por analisar os resultados do primeiro ensaio, em que nunca se limitou o tempo de contacto e se fez variar a concentração de cloro nas várias amostras. A figura 5.1 mostra a formação de trihalometanos totais em função da concentração de cloro doseada, no ensaio 1.

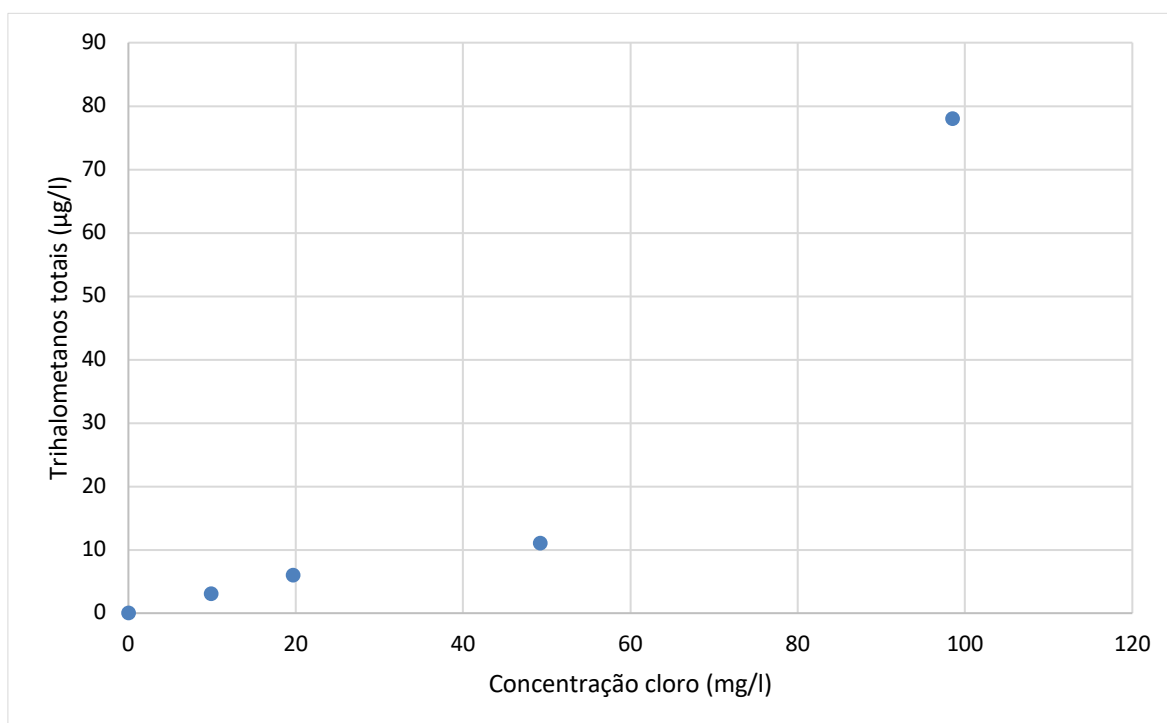


Figura 5.1 - Ensaio 1- Concentração de trihalometanos totais em função da concentração de cloro

No ensaio 1, as concentrações de cloro doseadas foram 9,8, 19,7, 49,2 e 98,5 mg/l. Verifica-se que, em termos de total de trihalometanos, para a concentração de cloro de 9,8 mg/l a

formação de trihalometanos é de apenas 3 µg/l e para a concentração de cloro 19,7 mg/l formaram-se 6 µg/l de trihalometanos, sendo estes valores bastante reduzidos.

Com o aumento da concentração de cloro doseada, aumentou também a concentração de trihalometanos formados, como era esperado. Para a concentração de cloro de 49,2 mg/l existiu a formação de 11 µg/l de trihalometanos, e para a concentração de cloro de 98,5 mg/l formaram-se 78 µg/l de trihalometanos, sendo que esta última foi a maior concentração de trihalometanos formada neste ensaio.

Comparando a formação de trihalometanos, quando as concentrações de cloro são de 9,8 e 19,7 mg/l, podemos verificar que ao duplicar a concentração de cloro, os valores de trihalometanos também duplicaram, sendo de 3 e 6 µg/l respetivamente, apesar disso continuam a ser valores razoavelmente baixos. Em contrapartida, para concentrações de cloro elevadas, neste caso 49,2 e 98,5 mg/l, ao duplicarmos a concentração de cloro, a concentração de trihalometanos aumenta significativamente, sendo que passa de 11 para 78 µg/l, respetivamente.

Conclui-se então deste primeiro ensaio, que existe um “salto” relevante na formação de trihalometanos quando se adicionam concentrações mais elevadas de cloro, sendo esta pouco expressiva até aos 50 mg/l.

Na figura 5.2, está representada a evolução da formação de clorofórmio em função da dose de cloro adicionada, no ensaio 1.

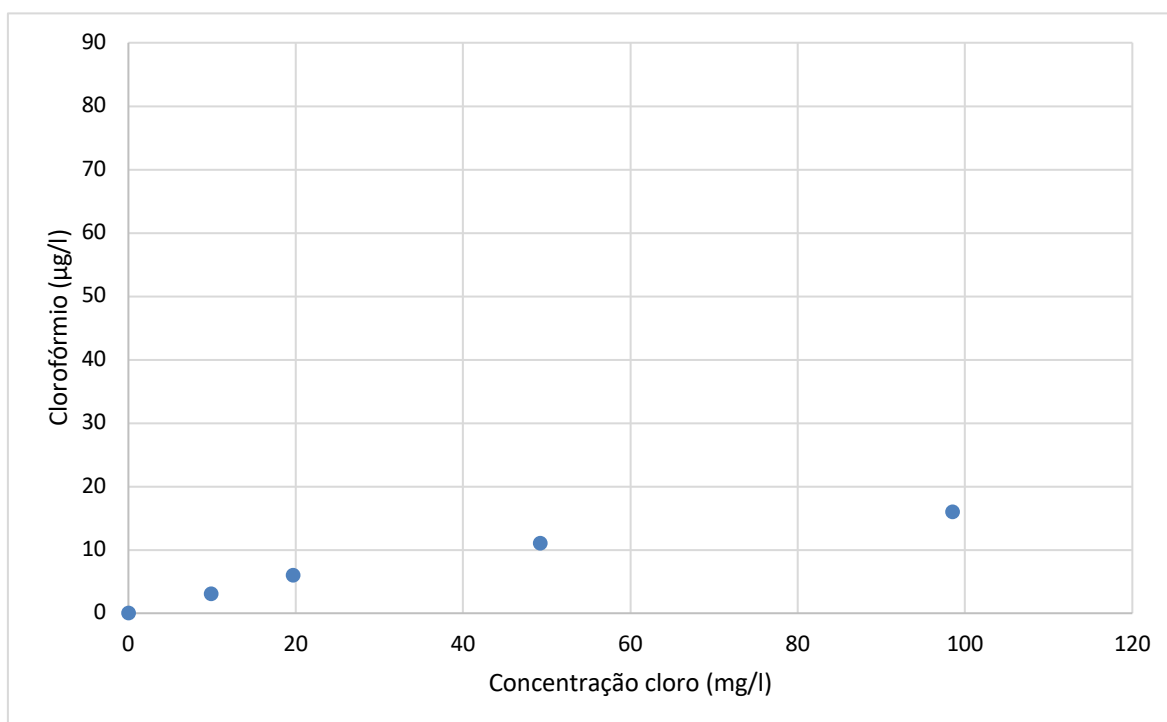


Figura 5.2 - Ensaio 1- Concentração de clorofórmio em função da concentração de cloro

Em relação à formação de clorofórmio, no primeiro ensaio, para as concentrações de cloro referidas anteriormente, podemos constatar que para as concentrações de cloro de 9,8, 19,7, 49,2 e 98,5 mg/l formaram-se 3, 6, 11 e 16 µg/l de clorofórmio, respetivamente.

Conclui-se que, à exceção da amostra com concentração de 98,5 mg/l de cloro, em todas as outras amostras, a concentração de trihalometanos totais formados correspondem na sua totalidade ao clorofórmio, como é possível verificar comparando com os resultados da figura 5.1.

Para as concentrações de cloro de 49,2 e 98,5 mg/l formam-se concentrações semelhantes deste composto, 11 e 16 µg/l, respetivamente, podendo observar-se que com um aumento de quase o dobro da concentração de cloro, a formação de clorofórmio não variou significativamente, diferindo em apenas 5 µg/l.

Ou seja, a partir de uma certa concentração de cloro doseada, o impacto do aumento dessa concentração na formação de clorofórmio é relativamente baixo. Por isso, se os trihalometanos totais têm tendência para aumentar consideravelmente, poderão estar a formar-se outras espécies de trihalometanos, que não o clorofórmio.

A concentração de trihalometanos bromados formados em função da concentração de cloro, no ensaio 1, é apresentada na figura 5.3.

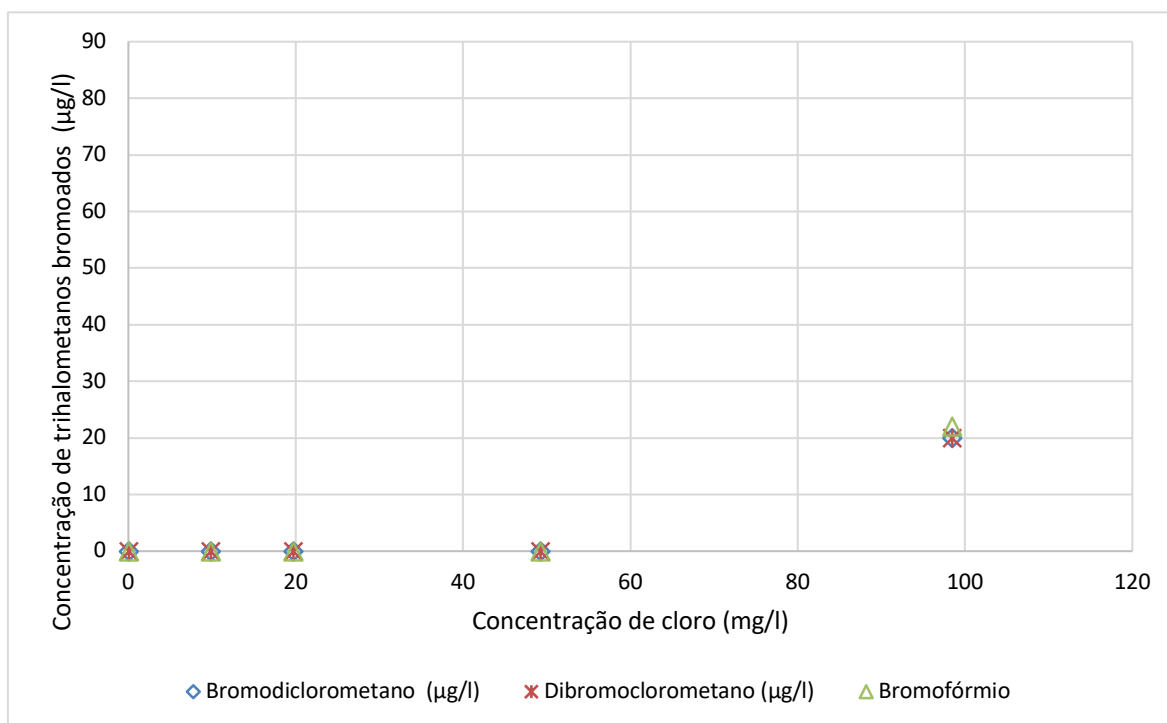


Figura 5.3 - Ensaio 1- Concentração de trihalometanos bromados em função da concentração de cloro

Como se pode observar pela figura, só se formaram trihalometanos bromados para a maior concentração de cloro doseada, 98,5 mg/l, ocorrendo a formação de 20 µg/l de bromodiclorometano, 20 µg/l de dibromoclorometano e 22 µg/l de bromofórmio, com um total de 62 µg/l de trihalometanos bromados.

Percebe-se então que são necessárias doses de cloro elevadas para que exista a formação de trihalometanos bromados. Estes ensaios são concordantes com os apresentados nas figuras 5.1 e 5.2, a partir dos quais se concluiu que para as concentrações de cloro doseadas inferiores a 50 mg/l a totalidade de trihalometanos formados corresponde a uma única espécie, o clorofórmio (ou seja, não existe formação de espécies bromadas).

Estes resultados são também concordantes com os apresentados anteriormente para o ensaio 1, dado que os valores de clorofórmio se mantêm semelhantes para todas as concentrações, e por isso para a concentração de cloro de 98,5 mg/l o que se está a formar para além do clorofórmio são as espécies de trihalometanos bromadas.

Abaixo de 98,5 mg/l a formação de trihalometanos bromados foi inferior ao limite de quantificação do método analítico utilizado.

- **Ensaio 2**

No ensaio 2 pretendeu-se estudar o efeito de diferentes doses de cloro. O tempo de reação neste ensaio manteve-se indefinido, tal como no ensaio 1.

Na figura 5.4 esta representada a evolução da formação de trihalometanos totais em função da concentração de cloro doseada, para o ensaio 2.

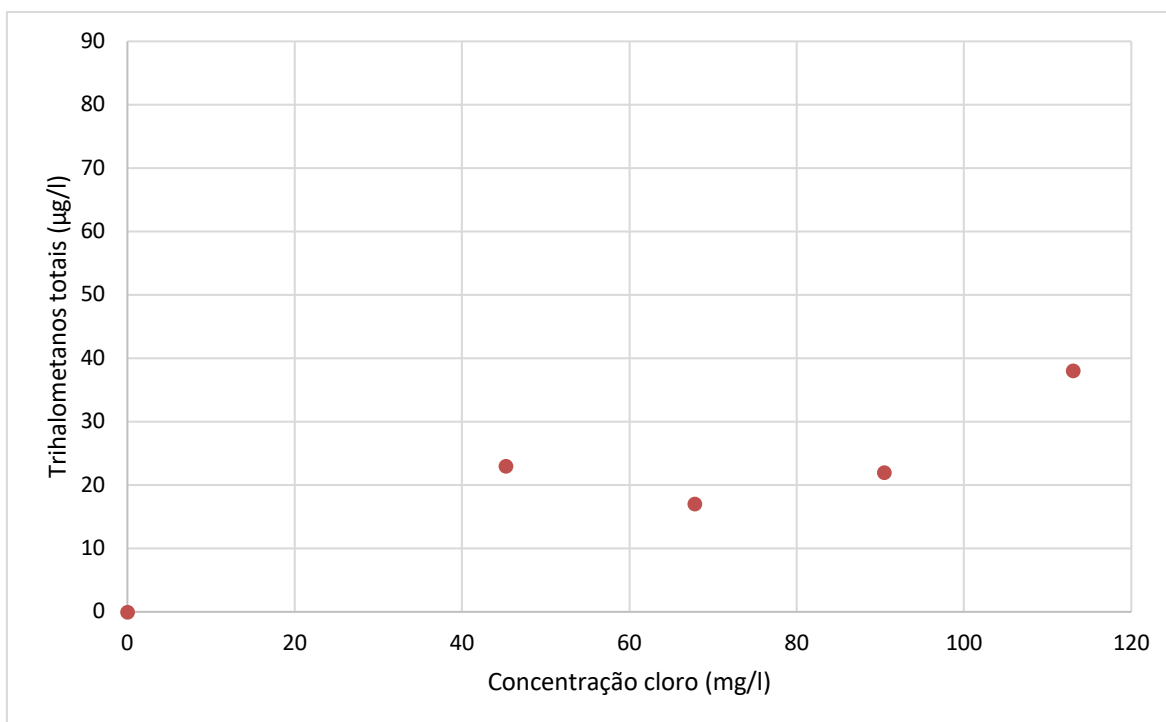


Figura 5.4 - Ensaio 2- Concentração de trihalometanos totais em função da concentração de cloro

Neste ensaio, as concentrações de cloro doseadas foram 45,2, 67,8, 90,4 e 113,1 mg/l. Em termos de trihalometanos totais podemos constatar que para as concentrações de cloro de 45,2, 67,8, 90,4 mg/l formaram-se 23, 17 e 22 µg/l de trihalometanos, respetivamente. Existe um ligeiro decréscimo na formação de trihalometanos à medida que a concentração de cloro aumenta, no entanto não é significativo, dado que estes valores são bastante próximos uns dos outros encontrando-se na mesma gama.

Conclui-se então que, neste ensaio, entre as concentrações de cloro de 45,2 e 90,4 mg/l a formação de trihalometanos manteve-se constante. Em relação à maior concentração doseada neste ensaio, 113,1 mg/l a concentração de trihalometanos totais formados foi de 38 µg/l. Este valor é superior aos resultados obtidos para as concentrações mais baixas doseadas neste ensaio, logo está de acordo com o esperado.

Os resultados relativos ao clorofórmio encontram-se na figura 5.5.

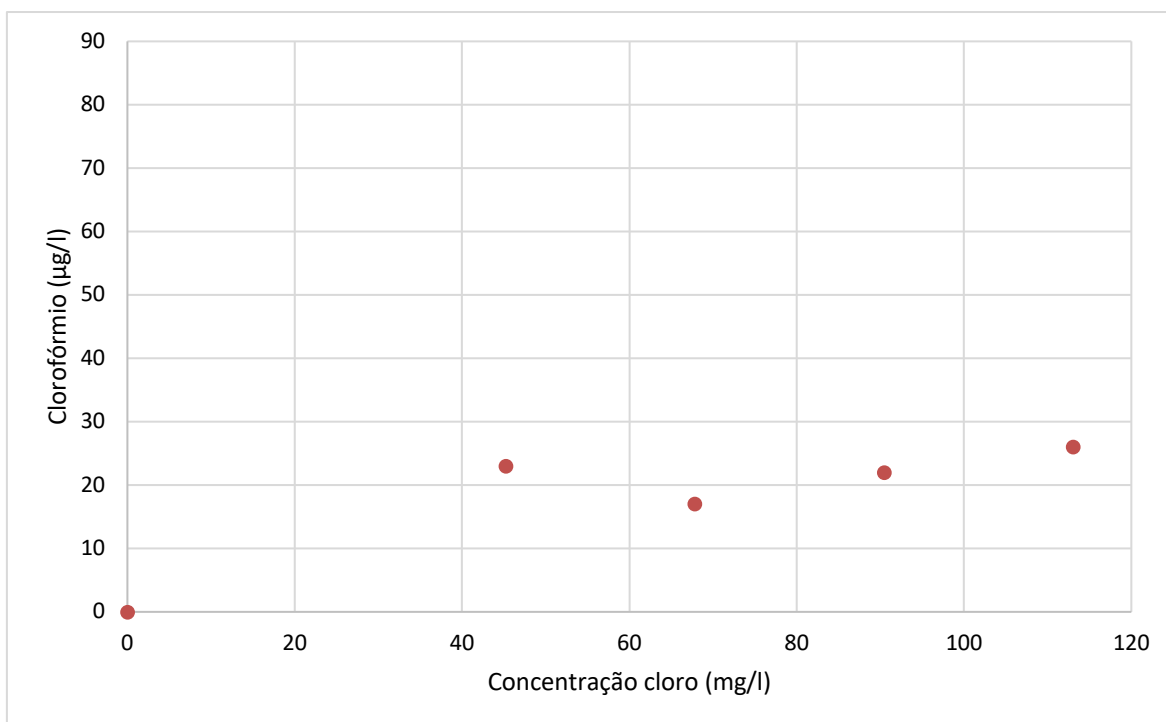


Figura 5.5 - Ensaio 2- Concentração de clorofórmio em função da concentração de cloro

Quanto à formação de clorofórmio no ensaio 2, para as concentrações de 45,2, 67,8 e 90,4 mg/l a formação de clorofórmio foi de 23, 17 e 22 µg/l, ou seja, foi a única espécie de trihalometanos que se formou, como se pode verificar pela figura 5.4. Quando a concentração de cloro doseada foi de 113,1 mg/l formaram-se 26 µg/l de clorofórmio, sendo que para esta concentração o clorofórmio não foi a única espécie de trihalometanos formada.

Os valores da concentração de clorofórmio aumentaram com o aumento da concentração de cloro, no entanto não foi um aumento significativo, mantendo-se sempre na mesma gama de valores.

Passando para a análise dos trihalometanos bromados, no ensaio 2. A figura 5.6 mostra os resultados da concentração de trihalometanos bromados formados em função da concentração de cloro.

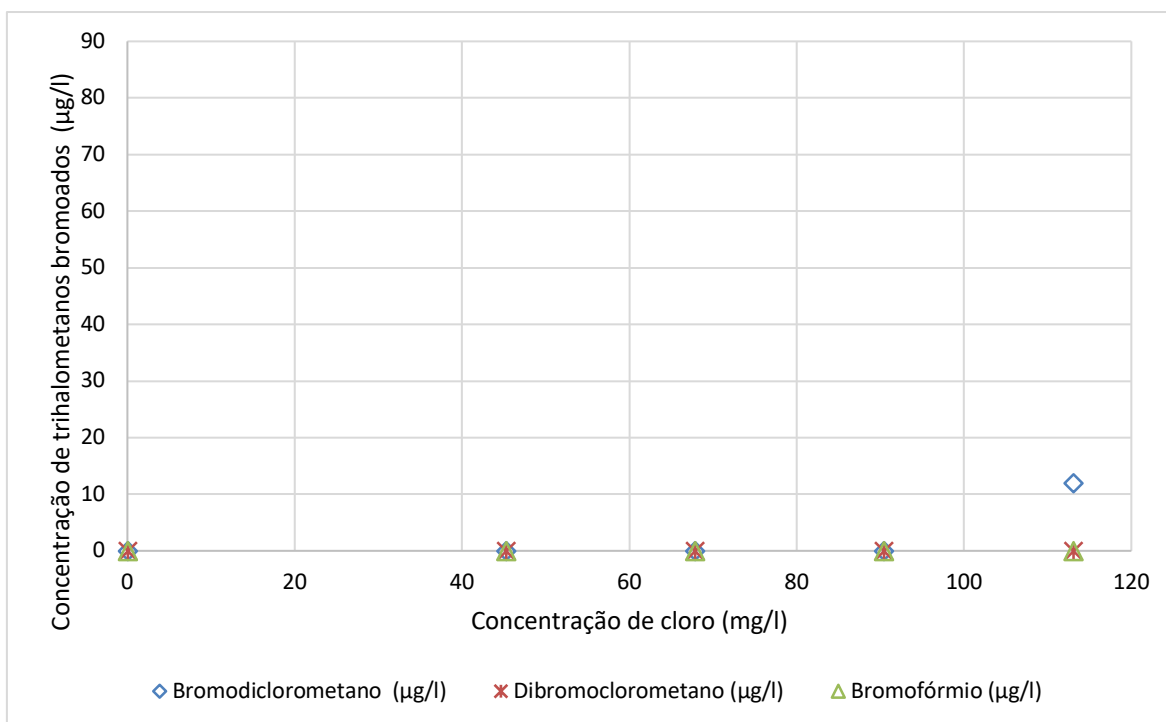


Figura 5.6 - Ensaio 2- Concentração de trihalometanos bromados em função da concentração de cloro

Em relação aos compostos bromados, para as concentrações de cloro de 45,2, 67,8 e 90,4 mg/l não ocorreu a formação destas espécies. Apenas houve formação de uma espécie bromada, para a concentração de cloro de 113,1 mg/l, sendo que se formaram 12 µg/l de bromodiclorometano.

Neste ensaio a formação de trihalometanos bromados não foi significativa, sendo que a formação deste tipo de compostos estará dependente da presença do ião bromo na água residual tratada, o que, dada a variabilidade temporal e sazonal das características dos caudais afluentes a uma ETAR poderá nem sempre ser garantida.

- **Ensaio 3**

A maior parte dos resultados obtidos no ensaio 3 não são válidos, a explicação para tal encontra-se no anexo I. No entanto, uma das amostras apresentou resultados pertinentes. Para a concentração de cloro de 96,9 mg/l, formaram-se 76 µg/l de trihalometanos totais. Dos quais, 19 µg/l de clorofórmio, 16 µg/l de bromodiclorometano, 24 µg/l de dibromoclorometano e 17 µg/l de bromofórmio.

Pode-se deduzir que se formaram todas as espécies de trihalometanos, em concentrações muito semelhantes, sendo que o dibromoclorometano foi a espécie que formou em maior quantidade, no entanto a diferença é mínima. Estes valores estão de acordo com os resultados obtidos, no ensaio 1, para uma concentração de cloro semelhante, 98,5 mg/l.

- **Ensaio 4**

No ensaio 4, foram doseadas concentrações de cloro mais baixas, de modo a compreender como evoluía a formação de trihalometanos em gamas mais baixas, visto que as concentrações de cloro necessárias para uma desinfecção por cloragem eficaz são bastante mais reduzidas.

Os resultados da formação destes compostos, no ensaio 4, encontram-se na figura 5.7.

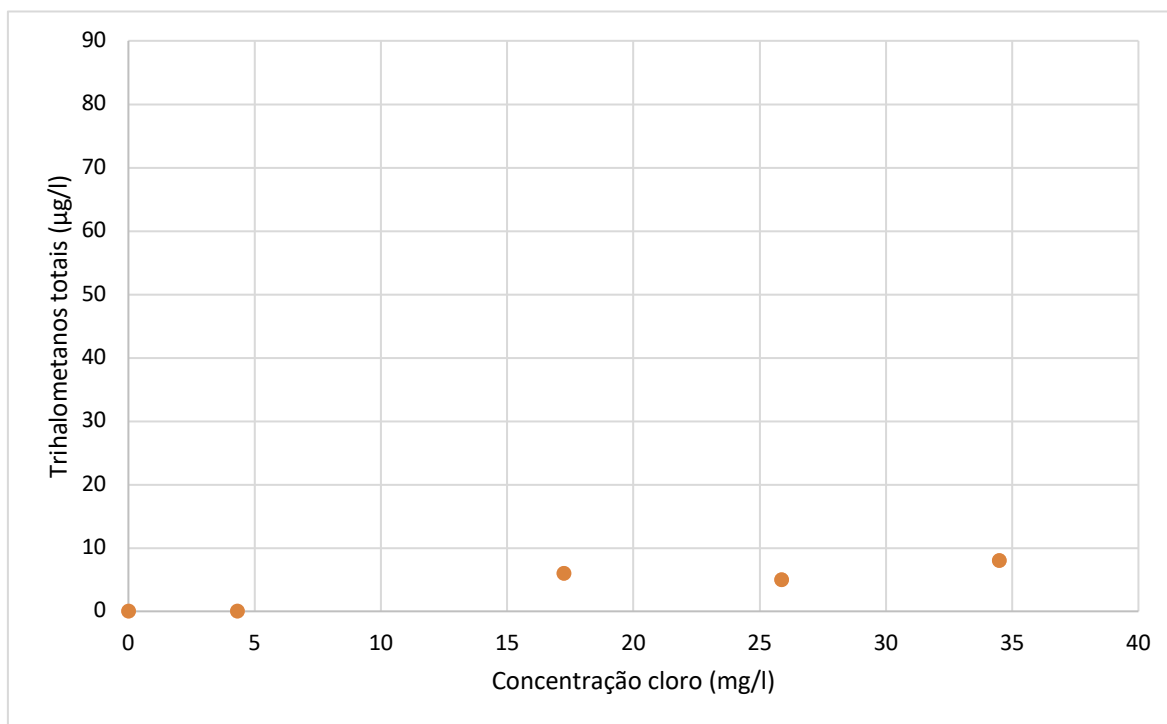


Figura 5.7 - Ensaio 4- Concentração de trihalometanos totais em função da concentração de cloro

As concentrações de cloro doseadas neste ensaio foram de 4,3, 17,2, 25,9 e 34,5 mg/l.

Como é possível verificar através da figura 5.7, as concentrações de trihalometanos formadas foram relativamente baixas. Para a concentração de cloro de 4,3 mg/l a formação de trihalometanos foi inferior ao limite de quantificação, para as concentrações de cloro de 17,2, 25,4 e 34,5 mg/l formaram-se 6, 5 e 8 µg/l de trihalometanos, respetivamente.

Pode-se deduzir que a formação de trihalometanos entre as concentrações de cloro de 17,2 e 34,5 mg/l é bastante constante, dado que, com o incremento na dose de cloro de aproximadamente 20 mg/l apenas se formaram mais 3 µg/l de trihalometanos.

Os trihalometanos totais formados neste ensaio, para as concentrações de cloro doseadas, correspondem exclusivamente a uma única espécie, o clorofórmio. Ou seja, em nenhuma amostra se formaram trihalometanos bromados.



Tendo em conta os resultados dos ensaios anteriores, é possível verificar que apenas para concentrações de cloro superiores a 50 mg/l é que se começam a formar as espécies bromadas de trihalometanos.

- **Ensaio 5**

Relativamente ao ensaio 5, foram utilizadas várias concentrações de cloro numa gama ampla de doses.

Os resultados obtidos encontram-se apresentados em seguida. A figura 5.8 corresponde à concentração de trihalometanos totais em função da concentração de cloro.

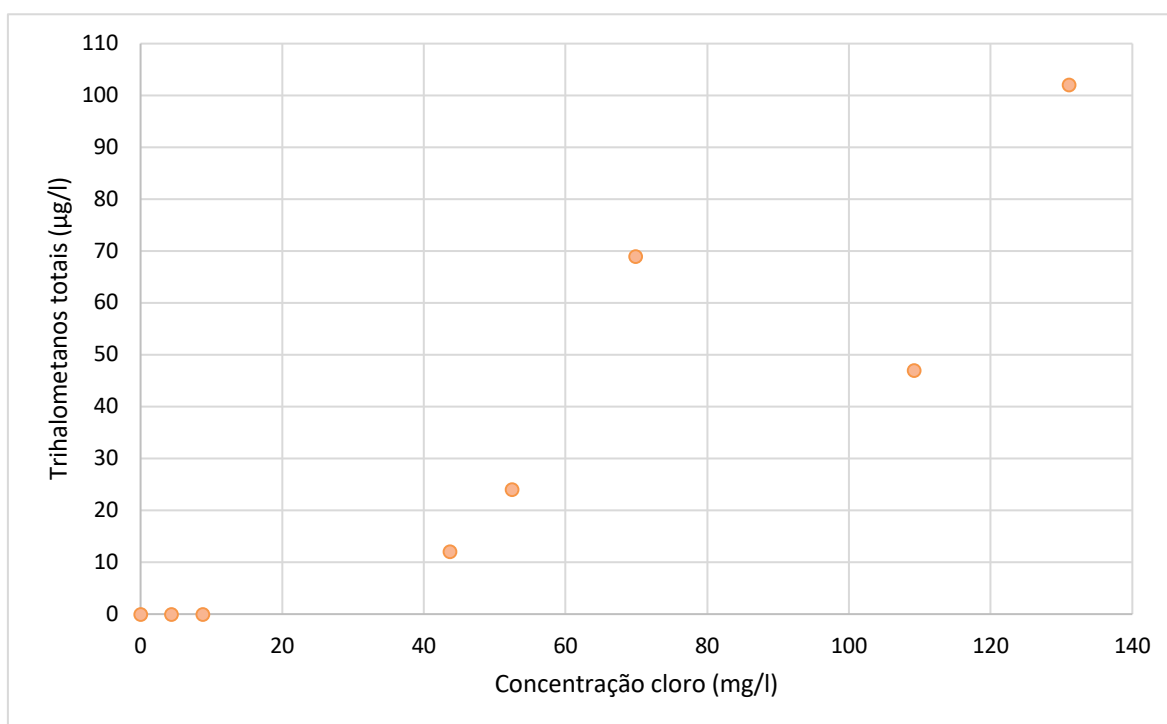


Figura 5.8 – Ensaio 5- Concentração de trihalometanos totais em função da concentração de cloro

Neste ensaio foram doseadas as concentrações de cloro de 4,4, 8,7, 43,7, 52,4, 69,9, 109,2 e 131 mg/l.

Para as concentrações mais baixas, 4,4 e 8,7 mg/l, não foi detetada a formação de trihalometanos, de acordo com os limites de quantificação do método analítico utilizado.

Para as restantes concentrações de cloro, 43,7, 52,4, 69,9, 109,2 e 131 mg/l, ocorreu a formação de 12, 24, 69, 47 e 102 µg/l de trihalometanos totais, respetivamente.

Quando a concentração de cloro aumenta de 43,7 mg/l para 52,4 mg/l (incremento de aproximadamente 10 mg/l), a concentração de trihalometanos formados duplica (12 µg/l para 24 µg/l). Este aumento na concentração de trihalometanos é bastante significativo e está de

acordo com os ensaios anteriores, em que é mostrado que para concentrações de cloro superiores a 50 mg/l o aumento da concentração de trihalometanos é bastante acentuado.

A formação de trihalometanos até à concentração de 69,9 mg/l é crescente e está de acordo com o esperado. Quando a concentração é 109,2 mg/l era expectável que a concentração de trihalometanos continuasse a aumentar, no entanto tal não se verifica, dado que decresce para 47 µg/l. Com a continuação do aumento da dose de cloro, a concentração de trihalometanos totais formados volta a aumentar, atingindo o valor de 102 µg/l.

A figura 5.9 apresenta a formação de clorofórmio em função da concentração de cloro.

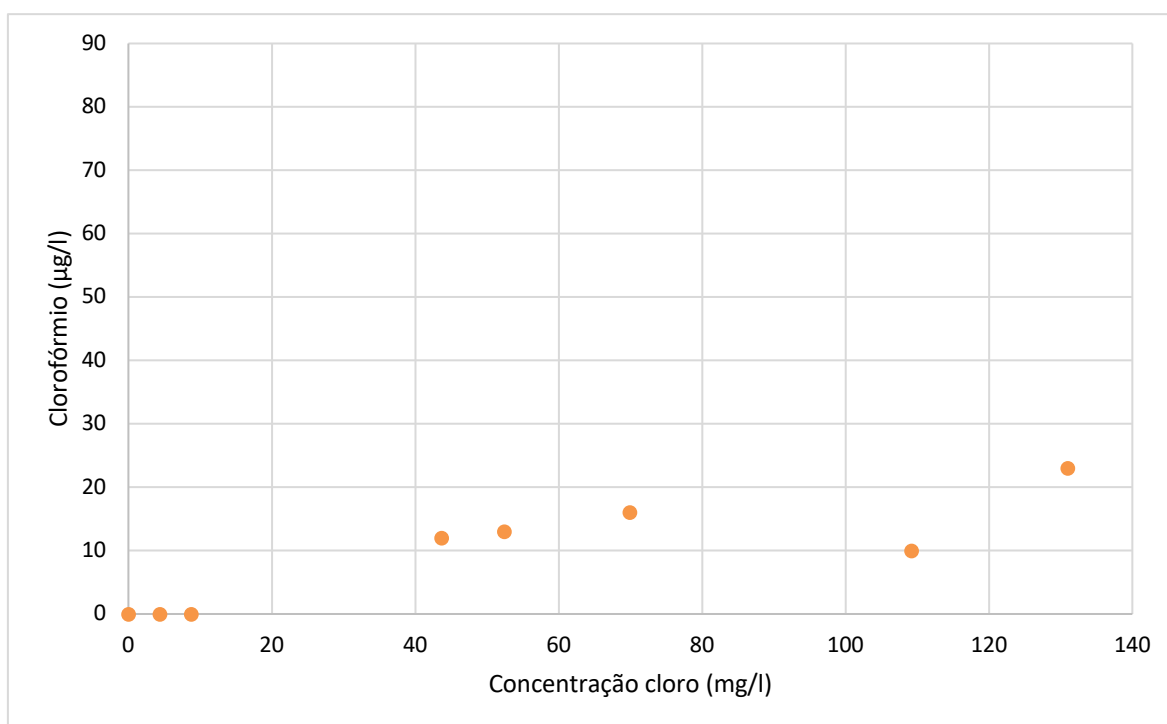


Figura 5.9 - Ensaio 5- Concentração de clorofórmio em função da concentração de cloro

Relativamente à formação de clorofórmio, para as concentrações de cloro de 4,4 e 8,7 mg/l não ocorreu evidências da formação de clorofórmio, em concordância com o que acontece na figura 5.8.

Em relação às outras concentrações de cloro doseadas, 43,7, 52,4, 69,9, 109,2 e 131 mg/l a formação de clorofórmio foi de 12, 13, 16, 10 e 23 µg/l, respetivamente. Até à concentração de cloro de 69,9 mg/l a concentração de clorofórmio aumentou ligeiramente, visto que os valores estiverem sempre muito próximos uns dos outros.

Quando a concentração de cloro é de 109,2 mg/l existiu decréscimo na concentração de clorofórmio, no entanto não foi muito acentuado, comparando com os resultados dos

trihalometanos totais. No entanto, para a concentração de cloro de 131 mg/l existiu um aumento considerável, que está em consenso com os resultados dos outros ensaios para concentrações de cloro semelhantes.

A evolução da formação de trihalometanos bromados em função da concentração de cloro, no ensaio 5 é apresentada na figura 5.10.

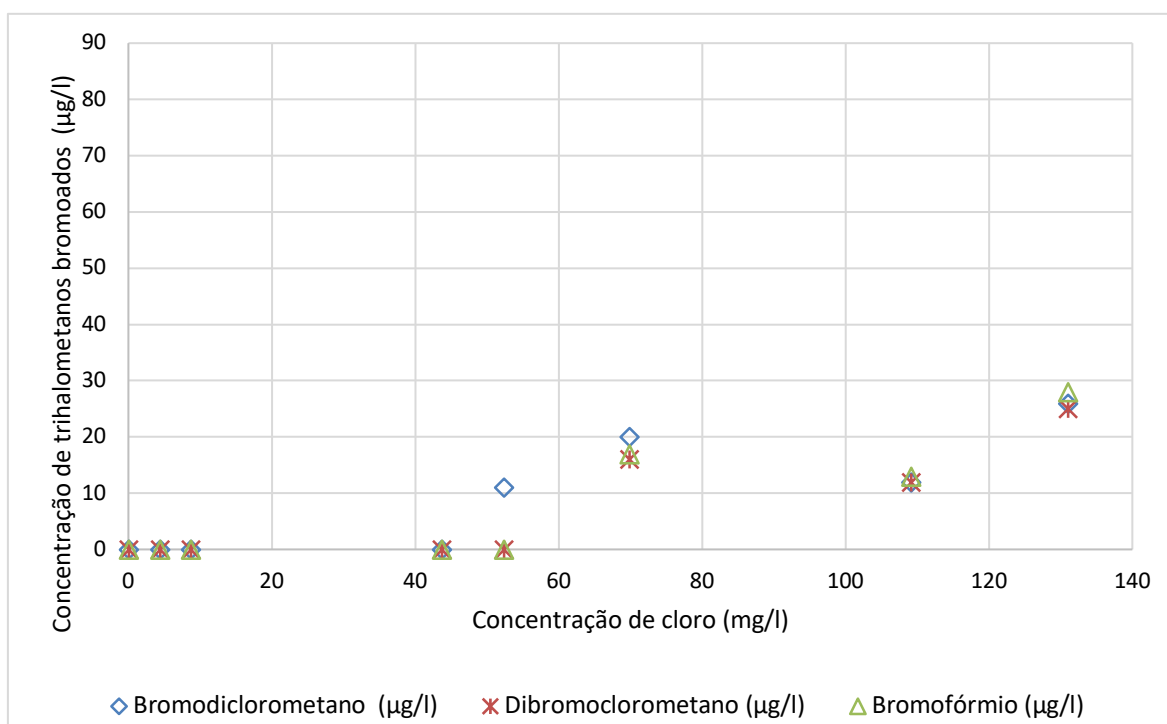


Figura 5.10 – Ensaio 5- Concentração de trihalometanos bromados em função da concentração de cloro,

A formação de trihalometanos bromados neste ensaio teve uma maior expressão do que nos ensaios anteriores, devido a algumas concentrações de cloro doseadas serem mais elevadas.

As concentrações de cloro de 4,4, 8,7 e 43,7 mg/l não produziram quaisquer espécies de trihalometanos bromados.

Para a concentração de cloro de 52,4 mg/l apenas se formaram 11 µg/l de bromodiclorometano.

Com o aumento da dose de cloro para 69,9 mg/l a formação de trihalometanos bromados acentuou-se bastante, uma vez que se formaram 20 µg/l de bromodiclorometano, 16 µg/l de dibromoclorometano e 17 µg/l de bromofórmio.

Quando a concentração é de 109,2 mg/l, de acordo com o que é apresentado nas figuras 5.8 e 5.9, existiu uma diminuição na formação dos compostos bromados, formaram-se 12 µg/l de bromodiclorometano, 12 µg/l dibromoclorometano e 13 µg/l de bromofórmio, todas as espécies se formaram em concentrações semelhantes.

Na maior concentração de cloro doseada neste ensaio, 131 mg/l, a formação de trihalometanos bromados correspondeu ao previsto e aumentou consideravelmente. Formaram-se 26 µg/l de bromodiclorometano, 25 µg/l dibromoclorometano e 28 µg/l de bromofórmio.

Este ensaio reforça os anteriores, no sentido em que o aparecimento de compostos bromados só ocorre para concentrações de cloro elevadas, superiores a 50 mg/l, e quanto maior é a dose de cloro aplicada, em norma, o aumento da concentração destes compostos tende a ser maior também.

### **5.2.2 Tempo de reação controlado**

Foi também estudada qual a influência do tempo de contacto, entre o cloro e a matéria orgânica, na formação de trihalometanos. Para tal, e como referido anteriormente, limitou-se o tempo de reação, neutralizando a ação do cloro ao fim do tempo estabelecido para cada amostra.

Foram analisadas cinco concentrações de cloro, 8,7, 86,2, 90,4, 96,9 e 131 mg/l.

Avaliou-se a formação de trihalometanos numa concentração mais baixa, próxima da gama de utilizada na desinfecção de efluentes residuais domésticos e em concentrações mais altas, onde os ensaios prévios demonstram que ocorre efetivamente uma maior formação dos mesmos, sendo importante perceber qual a relevância do tempo de reação.

Em todas as amostras analisadas apenas se verificou a formação de uma espécie de trihalometanos, o clorofórmio. Os resultados referentes a estes ensaios são apresentados em seguida.

- **Dose de cloro – 8,7 mg/l**

A formação de clorofórmio ao longo do tempo, para uma concentração de cloro de 8,7 mg/l é apresentada na figura 5.11.

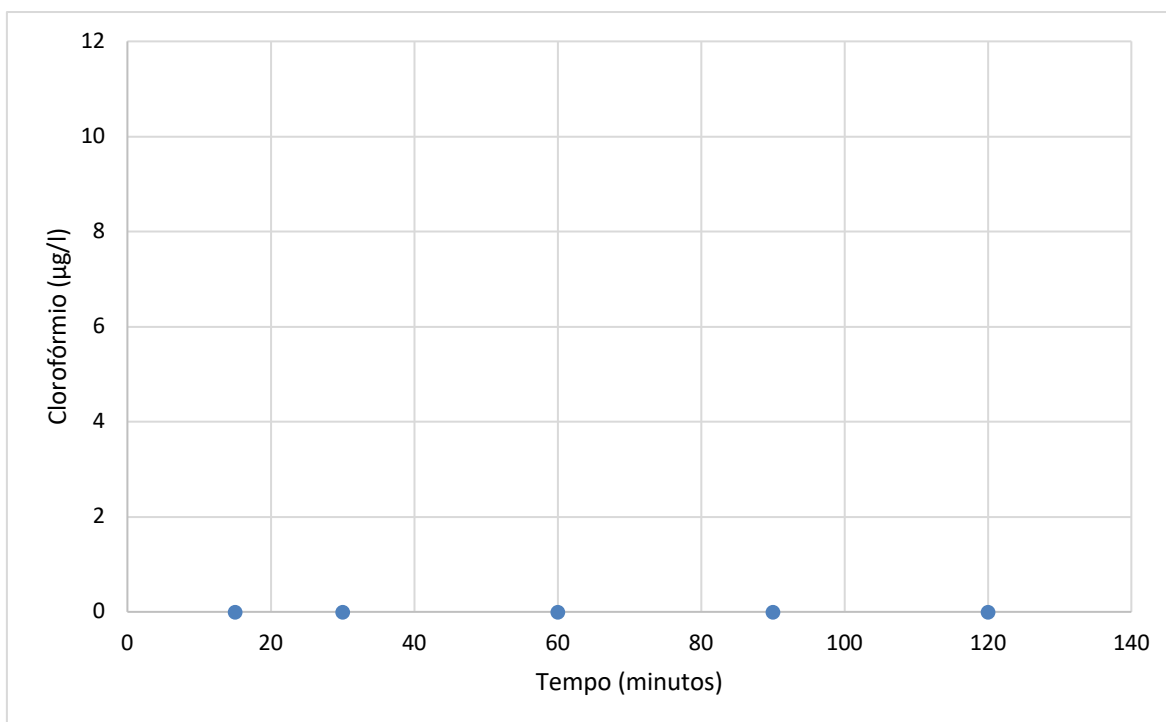


Figura 5.11 - Formação de clorofórmio ao longo do tempo, para uma concentração de cloro de 8,7 mg/l

Como se pode verificar na figura 5.11, para a concentração de 8,7 mg/l não ocorreu formação de clorofórmio em nenhum dos tempos de contacto.

Os tempos de reação estudados foram 15, 30, 60, 90 e 120 minutos. Estes resultados são importantes pois a concentração doseada, 8,7 mg/l, está dentro do intervalo de concentrações utilizadas na desinfecção de águas residuais domésticas.

Nem para o maior tempo de reação analisado, 120 minutos, existiu formação de clorofórmio, este tempo de contacto já é considerado elevado em condições reais nas instalações de tratamento de águas residuais.

- **Dose de cloro – 86,2 mg/l**

A figura 5.12 mostra a análise da formação de clorofórmio ao longo do tempo, para uma concentração de 86,2 mg/l.

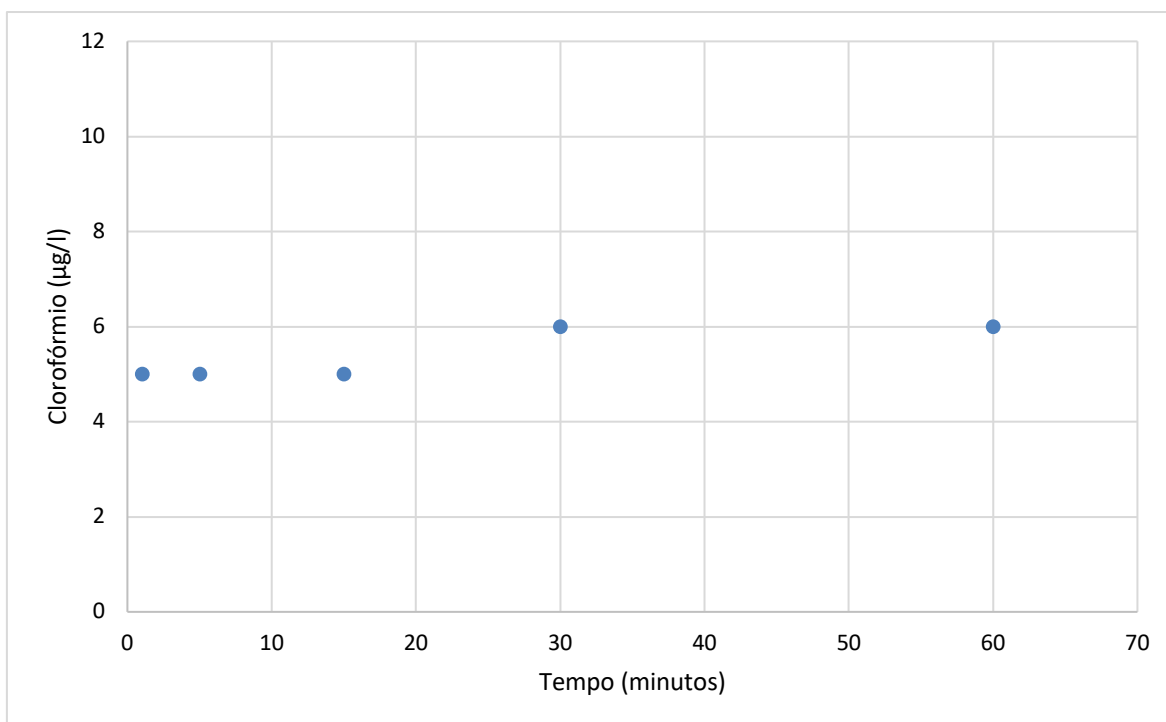


Figura 5.12 - Formação de clorofórmio ao longo do tempo, para uma concentração de cloro de 86,2 mg/l

Para uma concentração de cloro muito mais elevada (86,2 mg/l) verificou-se a formação de clorofórmio dentro dos tempos de contacto analisados (1, 5, 15, 30 e 60 minutos).

A formação deste composto manteve-se relativamente constante ao longo dos tempos estudados. Verificou-se que a reação de formação deste composto é bastante rápida, sendo que após apenas 1 minuto já se tinham formado 5 µg/l. Este valor manteve-se até aos 15 minutos.

Quando duplica o tempo de reação, 30 minutos, a formação é de 6 µg/l, não sendo o aumento significativo.

Ao fim de 60 minutos a concentração de clorofórmio formada mantém-se igual, 6 µg/l o que indica que, para atingir os valores expectáveis para esta dose de acordo com os resultados obtidos nos ensaios sem controlo de tempo, teríamos de prolongar o tempo de contacto para além dos 60 minutos estudados.

- **Doses de cloro – 90,4 e 96,9 mg/l**

Foi também estudada a influência do tempo de contacto para concentrações de cloro de 90,4 e 96,9 mg/l, no entanto o estudo para estas concentrações não foi tão detalhado, apenas analisado um único tempo para cada concentração referida.

Para a concentração de cloro de 90,4 mg/l após 5 minutos de reação, formaram-se 8 µg/l de clorofórmio

Para a concentração de 96,9 mg/l ao fim de 60 minutos a formação de clorofórmio foi de 10 µg/l.

Comparando com a concentração de cloro acima analisada, 86,2 mg/l, estes resultados estão em concordância, sendo que ao aumentar a dose de cloro, aumenta também a concentração de clorofórmio, não sendo nunca atingidos, contudo, os valores de trihalometanos expectáveis para estas doses se o tempo não for limitado.

- **Dose de cloro – 131 mg/l**

A última concentração de cloro a ser estudada, com limitação de tempo, foi de 131 mg/l, sendo a evolução da formação do clorofórmio apresentada na figura 5.13.

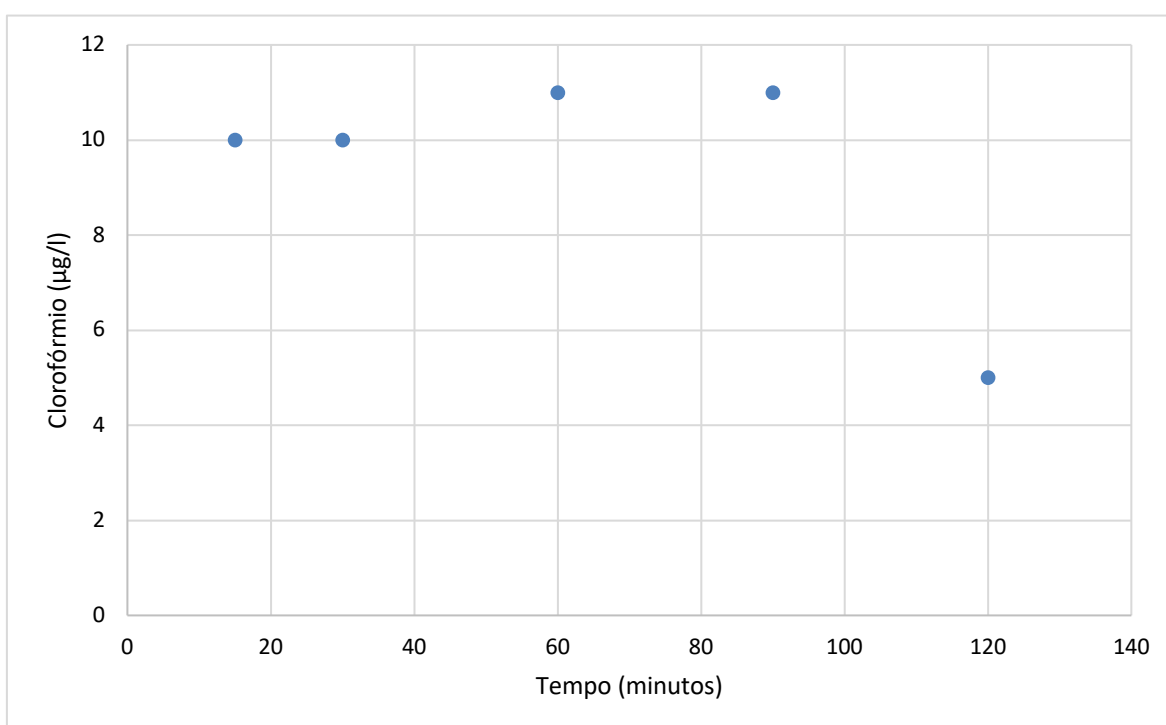


Figura 5.13 - Formação de clorofórmio ao longo do tempo, para uma concentração de cloro de 131 mg/l

Os tempos de reação analisados para a concentração de 131 mg/l foram de 15, 30, 60, 90 e 120 minutos.

Para os tempos de 15 e 30 minutos a concentração de clorofórmio formada foi a mesma, 10 µg/l.

O mesmo aconteceu para os tempos de 60 e 90 minutos, sendo que a concentração formada foi 11 µg/l de clorofórmio.

Pode-se verificar que, tal como aconteceu para a concentração de 86,2 mg/l, a formação de clorofórmio até aos 90 minutos manteve-se muito similar, apenas aumentando 1 µg/l. Quando o

tempo de contacto foi de 120 minutos, a formação sofreu um decréscimo de 5 µg/l. Este valor não se enquadra no que seria esperado, devendo a concentração de clorofórmio aumentar ou manter-se igual.

De modo geral, com base nos resultados de todos os ensaios, pode-se concluir que a formação de trihalometanos aumenta com o aumento da concentração de cloro doseada. Contudo, existem algumas diferenças na formação de trihalometanos para concentrações de cloro semelhantes, isto poderá ser explicado pelo facto de estarmos a analisar um efluente real de uma ETAR, e por isso as amostras de água residual são diferentes em todos os ensaios, nunca tendo exatamente as mesmas características.

### **5.2.3 Síntese relativa à dose de cloro**

Em termos da formação de trihalometanos totais quando o tempo de reação não foi controlado, para concentrações de cloro inferiores a 9 mg/l não ocorreu evidências da formação dos mesmos. Para as concentrações de cloro de 49,2 e 43,7 mg/l a concentração de trihalometanos foi 11 e 12 µg/l, respetivamente. No entanto, para a concentração de cloro de 45,2 mg/l a concentração de trihalometanos foi de 23 µg/l, estes valores são um pouco distintos, mas encontram-se dentro da mesma gama, não sendo muito discrepantes.

Em relação à amostra em que a concentração de cloro doseada foi de 113,1 mg/l, a concentração de trihalometanos que se formou foi baixa, 38 µg/l, comparando com os resultados gerais, por exemplo para as concentrações de cloro entre os 90 e os 100 mg/l onde a formação de trihalometanos esteve entre os 76 e 78 µg/l. No entanto, no ensaio 2 onde a concentração de 113,1 mg/l esteve inserida, a concentração de trihalometanos formados está de acordo com os resultados das restantes amostras, por isso é importante ter em conta que as condições de cada ensaio eram ligeiramente diferentes, no que diz respeito às características do efluente a ser desinfetado.

Os resultados obtidos para a amostra onde a concentração de cloro doseada foi de 109,2 mg/l também são mais baixos do que o esperado, tendo-se formado 47 µg/l de trihalometanos. Neste caso, o valor de trihalometanos formados não está de acordo com os restantes valores do ensaio 5. Comparando com as concentrações de cloro 109,2 e 113,1 mg/l, as concentrações de trihalometanos formadas são semelhantes, 47 e 38 µg/l, respetivamente. Apesar disso, para a concentração de cloro de 109,2 mg/l a formação de trihalometanos bromados foi maior que a formação de clorofórmio. Pelo contrário para a concentração de cloro de 113,1 mg/l existiu uma maior formação de clorofórmio do que trihalometanos bromados. Isto poderá ser explicado pelo facto de a amostra onde foi doseada uma concentração de cloro de 109,2 mg/l possuir um maior teor de ião brometo, que potencia a formação de trihalometanos bromados.



O mesmo acontece quando as concentrações de cloro são de 67,8 e 69,9 mg/l. Para a concentração de cloro de 67,8 mg/l formam-se 17 µg/l de trihalometanos, que correspondem na sua totalidade ao clorofórmio. E para a concentração de 69,9 mg/l formam-se 69 µg/l, sendo que 16 µg/l correspondentes a clorofórmio, e as restantes 53 µg/l correspondem às espécies de trihalometanos bromadas.

O clorofórmio é a primeira espécie de trihalometano a se formar, e só depois é que se começam a formar as espécies bromadas. Quando as concentrações de cloro são superiores a 50 mg/l existe um aumento significativo na concentração de trihalometanos formados, o que poderá estar relacionado com a formação de espécies bromadas, que também só começam a aparecer em concentrações de cloro mais elevadas.

Quando se limita o tempo de reação, podemos observar que a formação de trihalometanos é constante até aos 120 minutos, não existindo grandes variações na formação dos mesmos. Tal como constatado anteriormente, a única espécie de trihalometanos que se forma é o clorofórmio.

De modo a resumir os resultados da formação de trihalometanos quando o tempo de reação não foi controlado, é apresentada a tabela 5.2. Nesta encontram-se os valores máximos, mínimos e médios para cada espécie de trihalometanos, relativamente ao intervalo de dose referido. Para cada intervalo de dose foram realizadas 4 amostras.

Tabela 5.2 - Valores máximos, mínimos e médios para cada espécie de trihalometanos

Intervalo de dose (mg/l)	Clorofórmio (µg/l)			Bromodichlorometano (µg/l)			Dibromochlorometano (µg/l)			Bromofórmio (µg/l)		
	Max	Min	Med	Max	Min	Med	Max	Min	Med	Max	Min	Med
0	nd <sup>(a)</sup>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
0-10	3	nd	-	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
15-35	8	5	6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
40-50	23	11	15	nd	nd	-	nd	nd	nd	nd	nd	nd
50-100	22	13	17	20	nd	-	24	nd	-	22	nd	-
100-130	26	10	20	26	12	17	25	nd	-	28	nd	-

(a) Não detetado

### 5.3 Variação do cloro total, combinado e livre

Nesta secção são apresentados os resultados relativamente ao cloro total, combinado e livre.

Os boletins de análise relativos aos resultados do cloro encontram-se no anexo II. A análise é efetuada ensaio a ensaio.

A determinação do cloro ocorreu ao mesmo tempo que a dos trihalometanos e foi realizada em laboratório externo.

Entender qual o comportamento das várias formas de cloro é importante para se perceber a formação dos trihalometanos, visto que na presença de cloro livre e combinado a matéria orgânica reage preferencialmente com o cloro livre para formar trihalometanos.

Tal como para as determinações de trihalometanos, existem limites de quantificação associados aos métodos analíticos utilizados nas análises do cloro, sendo que o limite de quantificação associado à determinação do cloro livre e do cloro total é de 0,10 mg/l. Ou seja, o método analítico aplicado não deteta valores inferiores 0,10 mg/l de cloro livre ou de cloro total.

- **Ensaio 1**

A figura 5.14 mostra a evolução do cloro livre, combinado e total no ensaio 1.

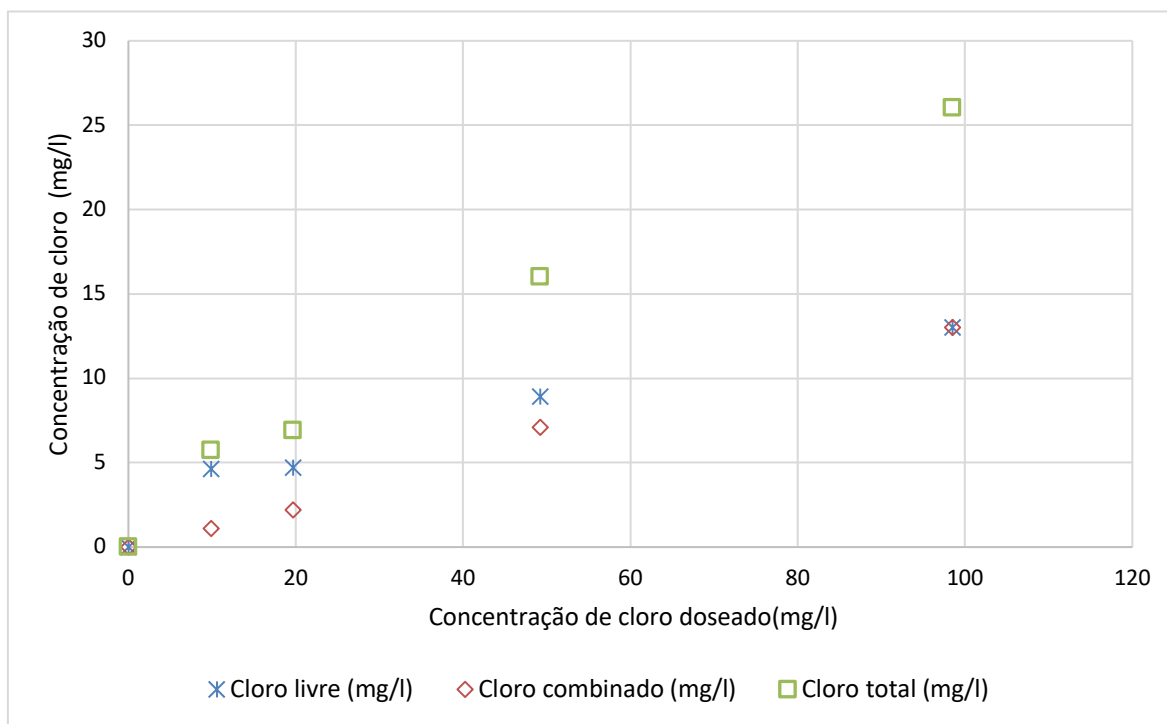


Figura 5.14 - Ensaio 1- Variação da concentração das várias formas de cloro em função do cloro doseado

Como é possível ver pela figura 5.14, com o aumento da concentração de cloro doseada, o cloro total também aumenta ao longo do ensaio 1, como seria esperado.

Para as concentrações de cloro doseadas de 9,8 e 19,7 mg/l a concentração de cloro livre é muito idêntica, sendo 4,6 e 4,7 mg/l, respetivamente. No entanto para a concentração de cloro doseada de 19,7 mg/l formou-se mais cloro combinado, 2,2 mg/l, do que para a concentração de cloro doseada de 9,8 mg/l, onde se formou 1,1 mg/l de cloro combinado.

Na maior concentração de cloro doseada neste ensaio, 98,5 mg/l, as duas formas de cloro, o cloro livre e o cloro combinado, tiveram a mesma concentração 13 mg/l.

- **Ensaio 2**

Para o ensaio 2, as concentrações associadas aos vários tipos de cloro são apresentadas na figura 5.15.

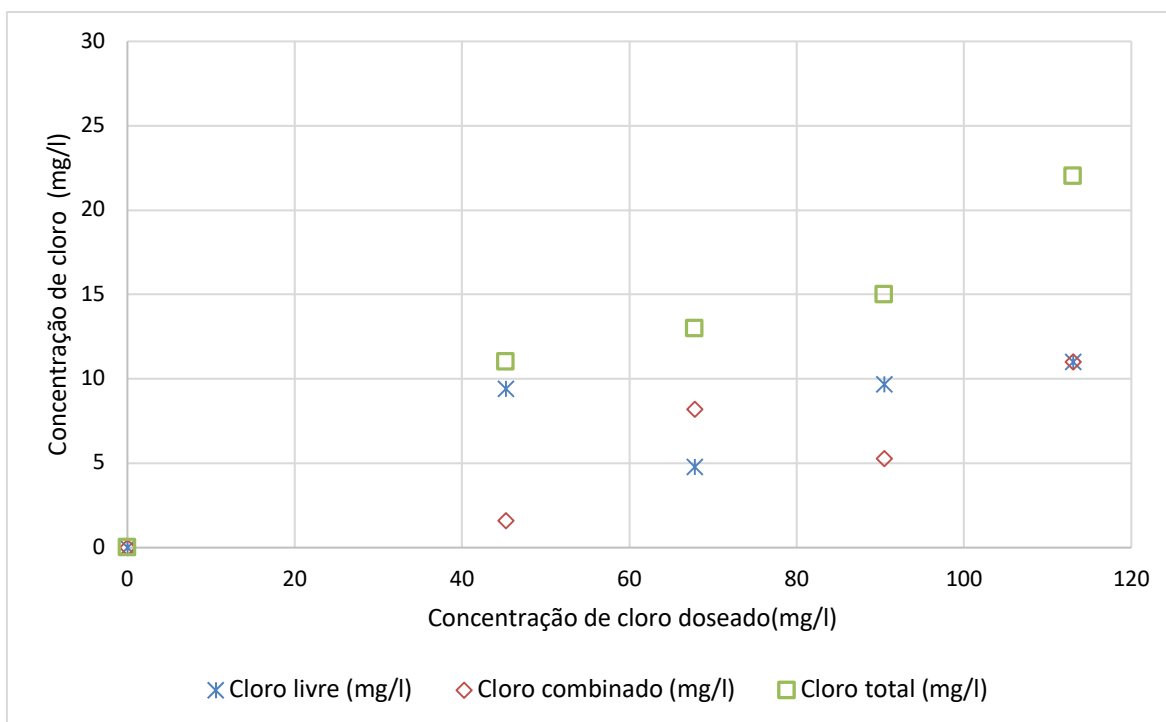


Figura 5.15 - Ensaio 2 - Variação da concentração das várias formas de cloro em função do cloro doseado

Neste ensaio, o cloro total também aumenta com o aumento da concentração de cloro doseada.

O cloro adicionado à água residual reage rapidamente com a amónia presente formando cloro combinado (cloraminas). A taxa de formação de trihalometanos na presença de cloro combinado é muito reduzida, pois a reatividade do cloro combinado é bastante mais fraca do que a do cloro livre.

Podemos ver que para a concentração de cloro doseada de 45,2 mg/l o cloro combinado formado é baixo, 1,6 mg/l, comparando com os resultados do ensaio 1, em que para a concentração de 49,2 mg/l se formou 7,1 mg/l de cloro combinado. Este valor é indicador de que, para a concentração de cloro doseada de 45,2 mg/l se formaram mais trihalometanos do que para a concentração de cloro doseada de 49,2 mg/l, visto que existe mais cloro livre disponível para reagir com a matéria orgânica.

Constata-se também que para a concentração de cloro doseada de 67,8 mg/l a concentração de cloro combinado, 8,2 mg/l é notavelmente superior à de cloro livre, 4,8 mg/l.

Comparando a formação de trihalometanos para as concentrações de cloro doseadas de 45,2 e 90,4 mg/l, os valores são muito idênticos, 23 e 22 µg/l, respetivamente. Estes valores fazem sentido visto os valores de cloro livre serem também muito idênticos para estas duas concentrações. Quanto ao cloro combinado para as mesmas concentrações os valores são um pouco discrepantes, o que poderá ser a razão para na concentração de 45,2 mg/l se formarem

mais trihalometanos do que na concentração de 90,4 mg/l, apesar da diferença na formação de trihalometanos ser mínima, apenas 1 µg/l.

Para a maior concentração de cloro doseada neste ensaio, tal como acontece no ensaio 1, o cloro livre e o cloro combinado apresentam o mesmo valor, 11 mg/l. Comparando estes resultados com os obtidos para a concentração de cloro doseada de 98,5 mg/l no ensaio 1, estes valores de cloro são mais baixos. A formação de trihalometanos para a concentração de 113,1 mg/l também foi bastante mais baixa, 38 µg/l, do que para a concentração de 98,5 mg/l tendo-se formado 78 µg/l de trihalometanos.

- **Ensaio 4**

Em seguida vão ser apresentados, na figura 5.16, os resultados de cloro obtidos para o ensaio 4.

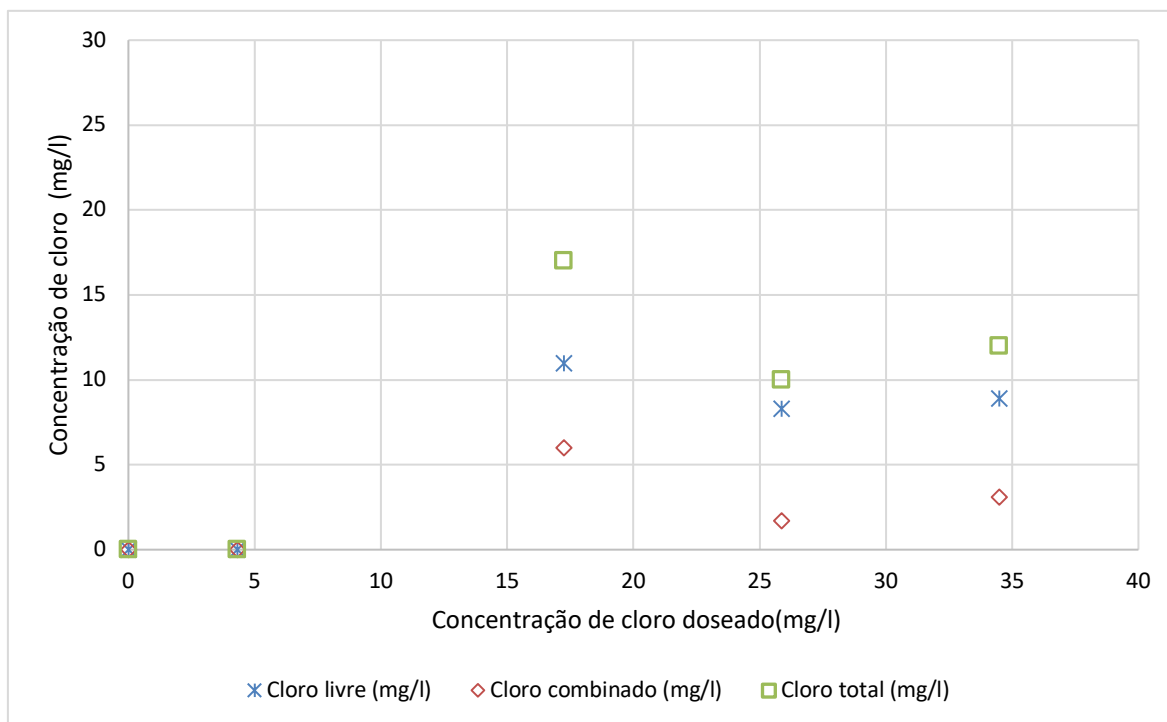


Figura 5.16 - Ensaio 4 - Variação da concentração das várias formas de cloro em função do cloro doseado

Para a menor concentração de cloro doseada, 4,4 mg/l, os valores tanto para o cloro livre como para o cloro total foram inferiores aos limites de quantificação do método analítico utilizado.

Para a concentração de cloro doseada de 17,2 mg/l as concentrações de cloro total e livre são muito elevadas, 17 e 11 mg/l, respetivamente. Comparando com a concentração de cloro doseada, no ensaio 2, de 113,1 mg/l, o valor de cloro total e livre para esta concentração foi de 22 e 11 mg/l, e a concentração de trihalometanos foi muito superior aos formados para a concentração de 17,2 mg/l. E por isso os valores de cloro obtidos são desproporcionais e não se enquadram no esperado. Tendo em conta também a concentração de cloro doseada, no

ensaio 1, de 19,7 mg/l, o valor de cloro total e livre foi de 6,9 e 4,7 mg/l respectivamente, ou seja, muito mais baixos e os que se esperava obter para a concentração de cloro doseada de 17,2 mg/l.

Os valores obtidos para as concentrações de cloro doseadas de 25,9 e 34,5 mg/l já se encontram dentro do esperado, sendo de 10 e 12 mg/l para o cloro total e de 8,3 e 8,9 mg/l para o cloro livre. Ainda assim, são ligeiramente mais elevados, comparando com os obtidos para concentrações idênticas em ensaios anteriores.

- **Ensaio 5**

Os resultados relativamente aos cloros do ensaio 5 são apresentados na figura 5.17.

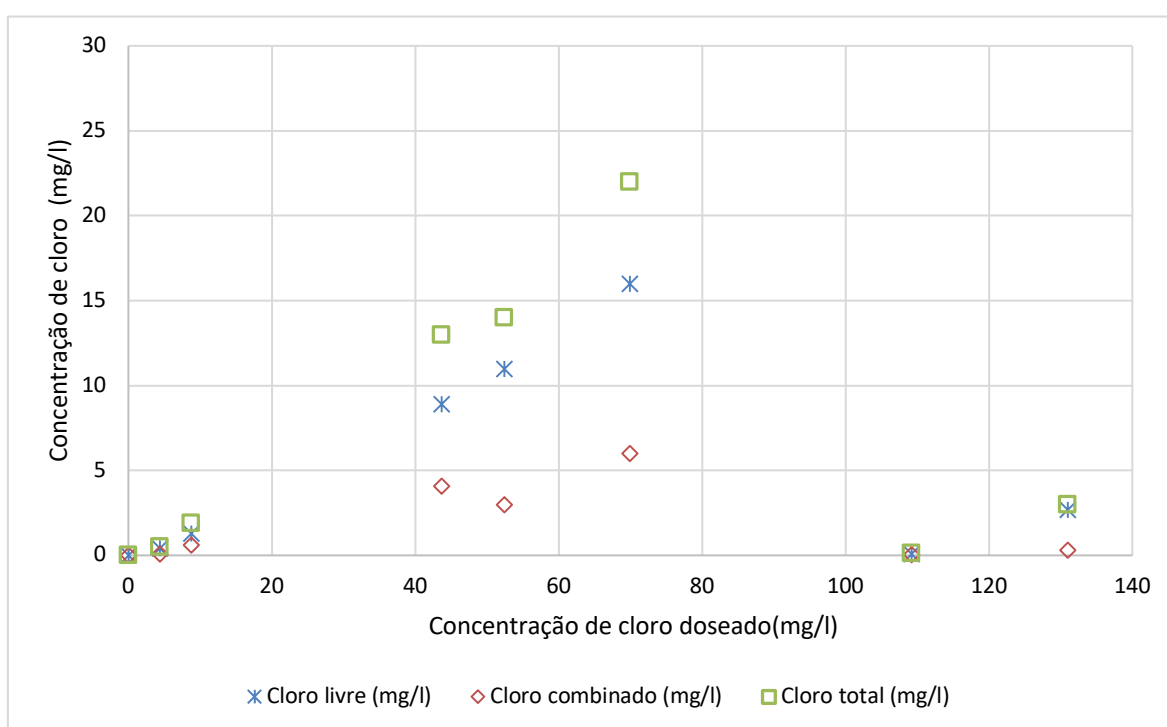


Figura 5.17 - Ensaio 5 - Variação da concentração das várias formas de cloro em função do cloro doseado

No ensaio 5, para menores concentrações de cloro doseadas (4,4 e 8,7 mg/l) o cloro livre, combinado e total manifestou-se em concentrações muito baixas.

Para as concentrações de cloro doseadas de 43,7, 52,4 e 69,9 mg/l, o cloro total e o livre aumentaram, porém entre a concentração de 43,7 e 52,4 mg/l a concentração de cloro combinado desce ligeiramente, voltando a aumentar para a concentração de 69,9 mg/l. Estes resultados de cloro estão de acordo com a formação de trihalometanos, pois a sua formação também aumenta com o aumento da concentração de cloro doseada, a forma de cloro dominante é o cloro livre.

Quando analisamos a concentração de cloro doseada de 109,2 mg/l observamos que os valores de cloro livre, combinado e total estão muito próximos de zero. Poderíamos deduzir que se atingiu o breakpoint, contudo os valores dos restantes ensaios não corroboram com tal afirmação.

Em ensaios anteriores foram estudadas concentrações de cloro superiores e os valores de cloro livre, combinado e total foram bastante mais elevados. Ao se atingir o breakpoint a concentração de trihalometanos não deveria diminuir, sendo que neste caso diminuiu acentuadamente, passando de 69 µg/l para a concentração de cloro doseada de 69,9 mg/l para 47 µg/l de trihalometanos para a concentração de cloro doseada de 109,2 mg/l.

Passando para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l, podemos verificar que os valores de cloro livre, combinado e total, apesar de serem ligeiramente superiores aos apresentados para a concentração de 109,2 mg/l, continuam bastante baixos face ao expectável, no entanto a concentração de trihalometanos formados aumentou consideravelmente, tal como era esperado para esta concentração de cloro doseada.

Observando também os valores de cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l é possível verificar que não ocorreu o breakpoint, pois os valores de cloro livre, combinado e total são baixos para esta concentração, se tivesse ocorrido o breakpoint, os valores de cloro teriam de ser muito mais elevados, porque a concentração de cloro livre disponível após o breakpoint é proporcional à concentração de cloro doseada.

De modo a perceber o comportamento do cloro total em função da concentração de cloro doseada ao longo dos ensaios, é apresentada a figura 5.18.

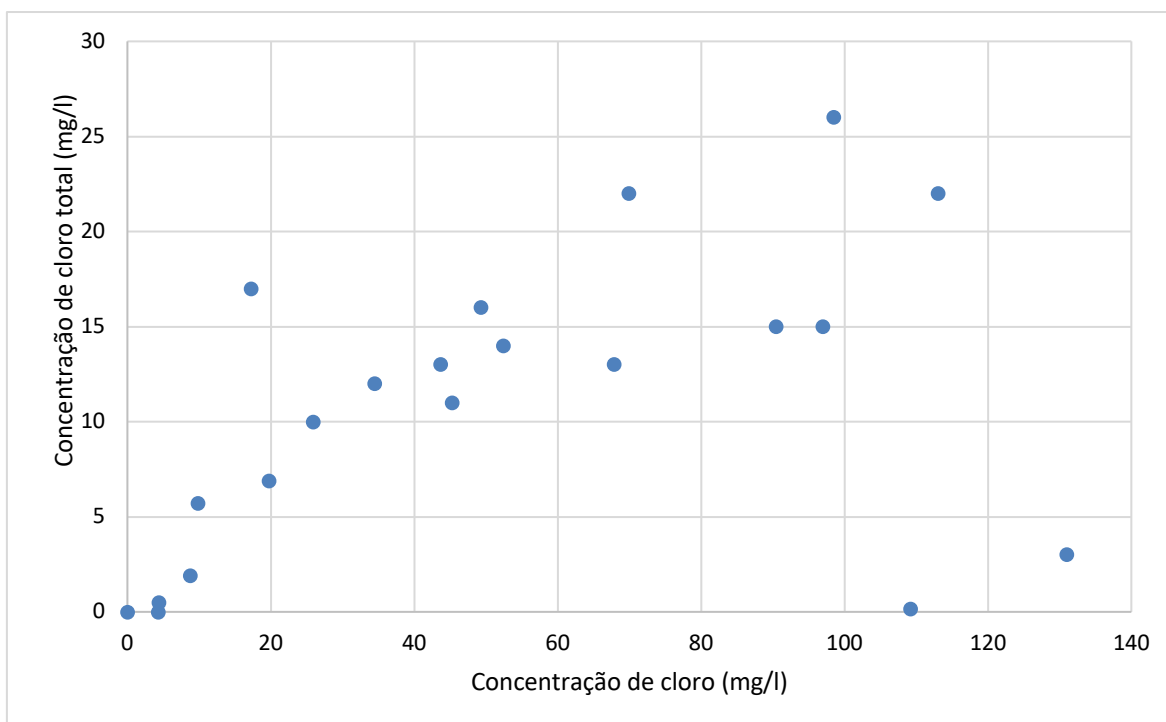


Figura 5.18 - Variação do cloro total em função da concentração de cloro doseada

A figura 5.18 dá-nos uma percepção global de todos os ensaios. Observando a mesma é possível verificar que o cloro total tende, em modo geral, a aumentar com o aumento da concentração de cloro doseada, o que está de acordo com o previsto.

#### 5.4 Concentração de amónia

A concentração de amónia foi também estudada, visto que é um parâmetro bastante importante quando se avalia a formação de trihalometanos, pois a amónia reage rapidamente com o cloro livre gerando cloro combinado (cloraminas), e a reatividade do cloro combinado é muito menor do cloro livre. Isto é, a reação entre a amónia e o cloro livre é mais rápida do que a reação entre o cloro livre e os precursores de trihalometanos.

O comportamento da concentração de amónia em função da concentração de cloro doseada, para os ensaios 2, 4 e 5 é apresentado nas figuras 5.19, 5.20 e 5.21, respetivamente.

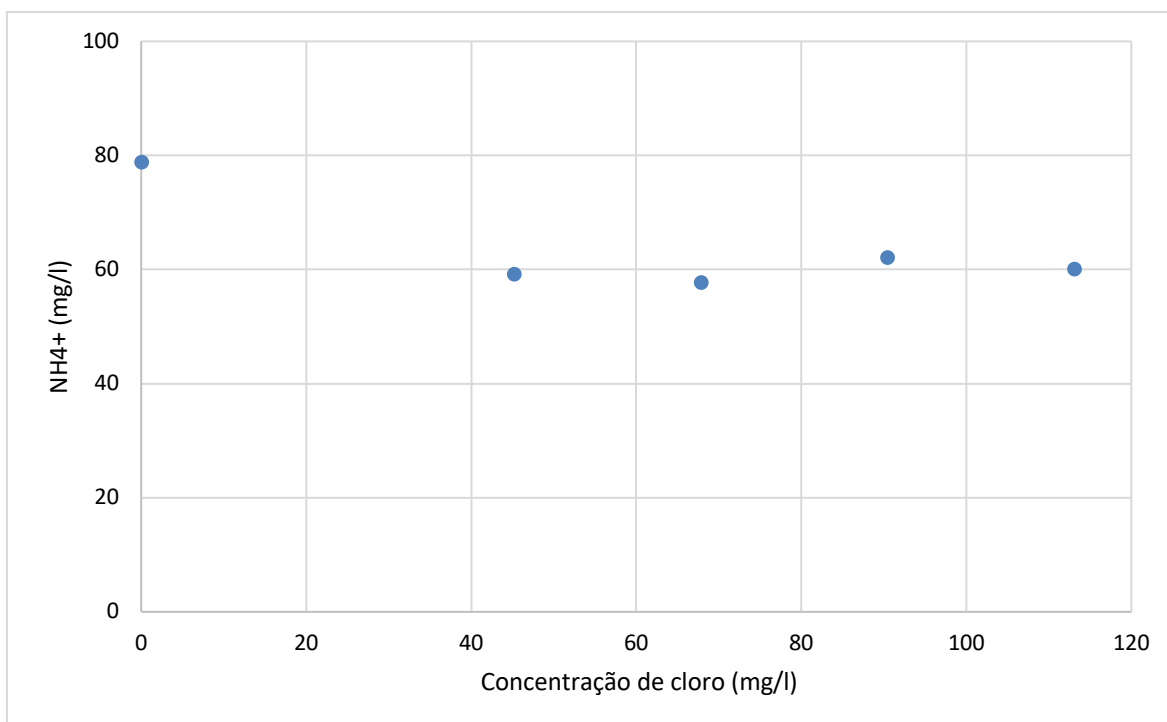


Figura 5.19 - Ensaio 2 - Variação da concentração de amónia em função da concentração de cloro doseada

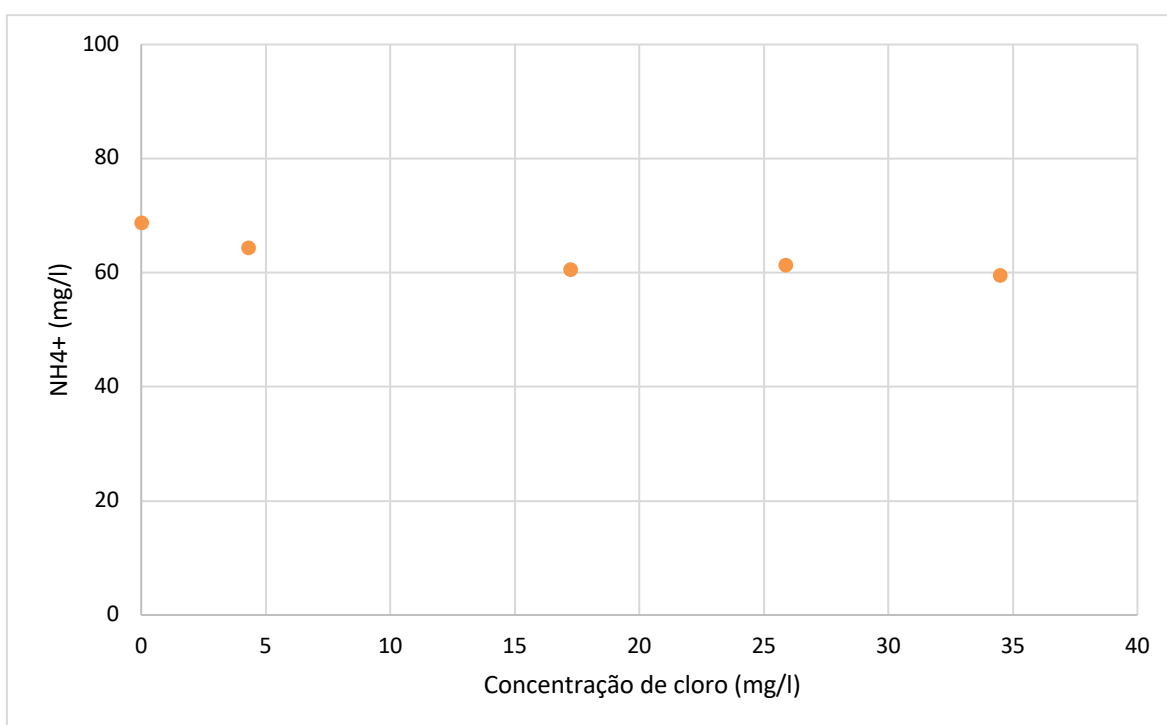


Figura 5.20 - Ensaio 4 - Variação da concentração de amónia em função da concentração de cloro doseada,



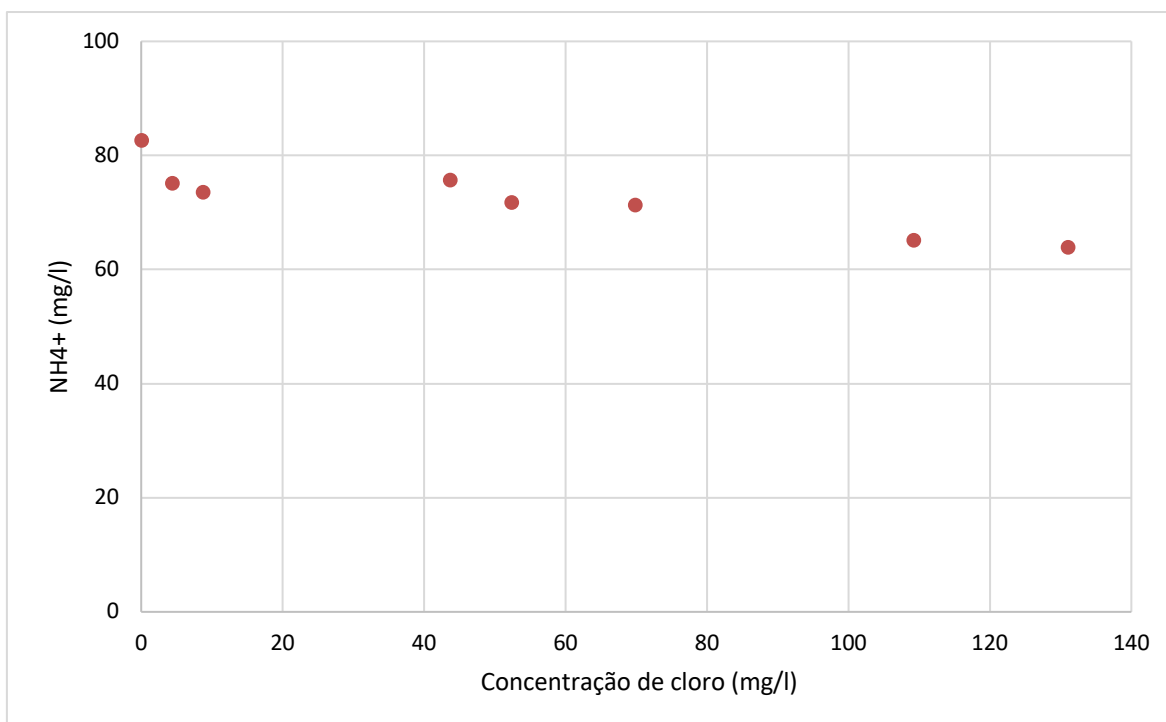


Figura 5.21 - Ensaio 5 - Variação da concentração de amónia em função da concentração de cloro doseada

Como é possível verificar pelas figuras 5.19, 5.20 e 5.21, e tal como era expectável acontecer, a amónia tende a diminuir à medida que a dose de cloro aumenta em todos os ensaios, dado que existe maior quantidade de cloro disponível para reagir com a amónia, formando cloraminas.

Logo é esperado que a concentração de amónia diminua e a concentração de cloro combinado aumente.

Analisando algumas amostras em específico, como é o caso da amostra onde foi doseada a concentração de cloro de 67,8 mg/l no ensaio 2, podemos verificar na figura 5.19 que nesse ponto existiu uma ligeira diminuição da amónia, voltando a aumentar na concentração doseada a seguir. Se observarmos os valores do cloro combinado podemos confirmar que este também aumenta significativamente, 8,2 mg/l, no contexto do ensaio onde a amostra está inserida. Verifica-se também que nesse ponto, existiu uma diminuição dos trihalometanos formados.

De notar que a diminuição da concentração de amónia foi menos significativa do que o aumento do cloro combinado. Isto poderá dever-se ao facto de a determinação da concentração de amónia (laboratório interno) ter sido efetuada com alguma diferença temporal em relação à determinação de cloro combinado (laboratório externo). Se a determinação da concentração de amónia fosse efetuada ao mesmo tempo da determinação do cloro combinado, os valores seriam possivelmente diferentes e coincidentes pois as reações teriam o mesmo tempo.

No ensaio 5, para a concentração de cloro doseada de 109,3 mg/l as concentrações de cloro foram muito próximas de zero, poderia deduzir-se que se teria atingido o breakpoint. Como foi explicado anteriormente, isso não aconteceu. Para comprovar o mesmo podemos verificar pela figura 5.21 que concentração de amónia é de 65,2 mg/l, logo é superior a zero como seria de esperar no breakpoint. Apesar disso, o rácio de cloro/amónia para atingir o breakpoint segundo Metcalf & Eddy, 2014 é de 7.6:1, e por isso seriam necessárias quantidades de cloro muito mais elevadas do que as doseadas para atingir esse ponto.

Os valores de amónia nestes ensaios encontram-se de acordo com os valores médios normais para a ETAR em estudo, sendo que o valor médio de amónia, para o ano de 2018, obtido através de uma amostra compostas foi de 48 mg/l.

## 5.5 Relação entre a amónia, o cloro combinado e os trihalometanos formados

Nesta seção tenta-se estabelecer uma relação entre a amónia presente na amostra, o cloro combinado formado e a formação de trihalometanos para o ensaio 2.

A análise apenas é feita para um ensaio, pois o comportamento é semelhante para os restantes. A determinação analítica da amónia, do cloro residual e dos trihalometanos não foi efetuada ao mesmo tempo, pois foi efetuada em laboratórios diferentes.

A figura 5.22 relaciona o comportamento da amónia e do cloro combinado em função da concentração de cloro doseada.

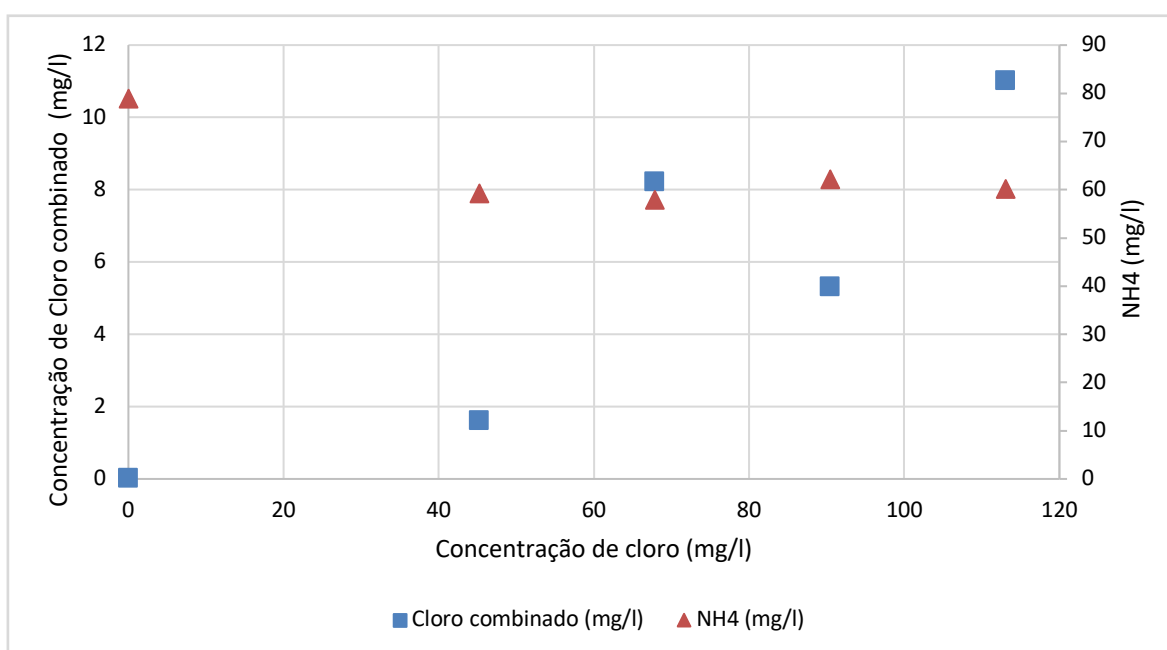


Figura 5.22 - Ensaio 2- Formação de cloro combinado e concentração de amónia em função da concentração de cloro doseada

É possível perceber, tal como evidenciado na figura 5.22, que à medida que a dose de cloro adicionada aumenta, a concentração de amónia tende a diminuir e a concentração de cloro combinado a aumentar.

A figura 5.23 mostra a formação de trihalometanos e a concentração da amónia em função da concentração de cloro doseada. E a figura 5.24 relaciona o cloro combinado e a formação de trihalometanos em função da concentração de cloro doseada.

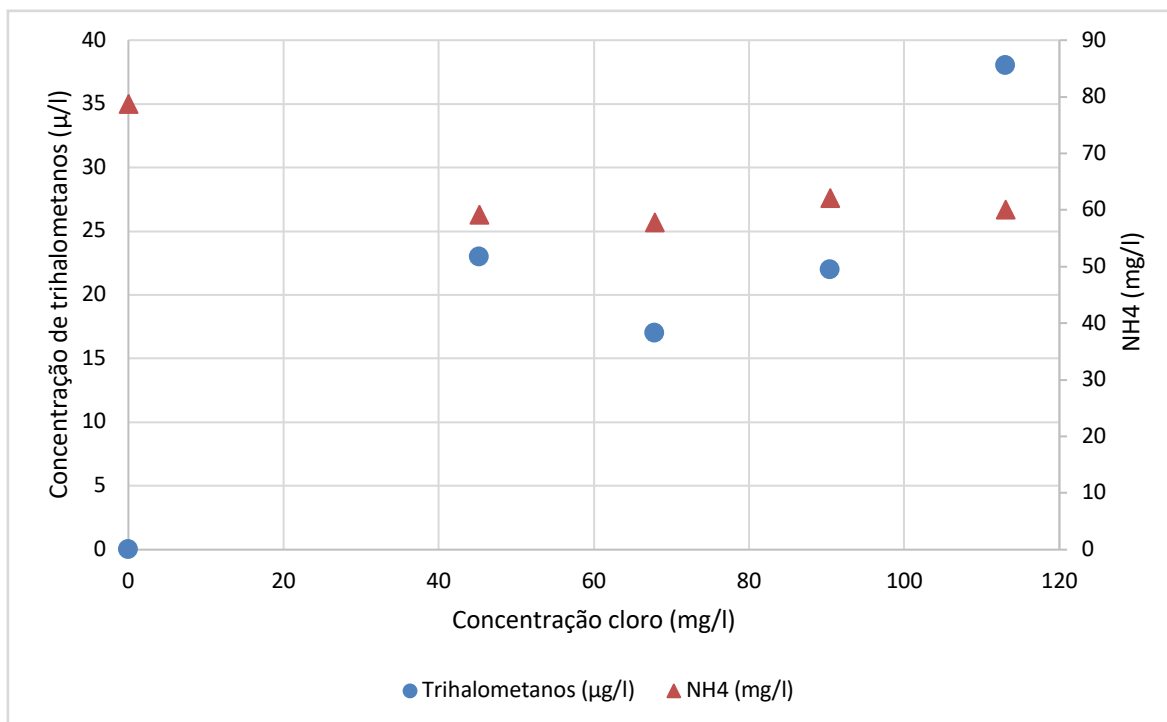


Figura 5.23 - Ensaio 2 - Formação de trihalometanos e concentração de amónia em função da concentração de cloro doseada

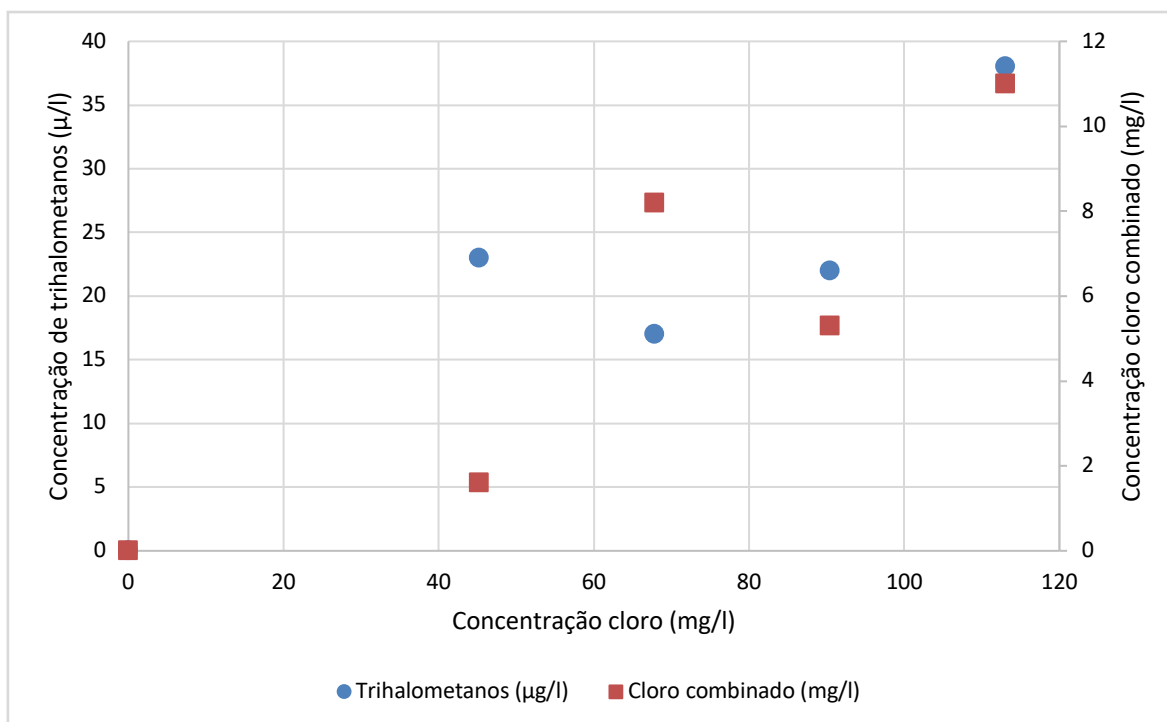


Figura 5.24 - Ensaio 2 - Formação de trihalometanos e cloro combinado em função da concentração de cloro doseada

Conforme se observa na figura 5.23 vemos que, à excepção da concentração de cloro doseada de 113,1 mg/l, a formação de trihalometanos aumenta/diminui, com o aumento/ diminuição da concentração de amónia, apesar da variação na concentração de amónia ser pouco acentuada, sendo que provavelmente essa variação seria mais acentuada se a amónia tivesse sido determinada ao mesmo tempo dos trihalometanos.

Para a maior concentração de cloro doseada, 113,1 mg/l, vemos que, apesar da concentração de amónia baixar ligeiramente, a concentração de trihalometanos formados aumenta significativamente. Não controlando o tempo de reação, as reações entre o cloro e a amónia e o cloro e a matéria orgânica ocorrem em simultâneo e por isso um aumento na dose de cloro aplicada implica um aumento na formação de trihalometanos e de cloraminas (cloro combinado).

As conclusões que se tiram através da observação da figura 5.24 vão ao encontro do que foi referido anteriormente, ou seja, quando a concentração de cloro combinado diminui, a formação de trihalometanos aumenta.

## 5.6 pH

Avaliou-se também a variação do pH ao longo dos ensaios, pois é um parâmetro importante no tratamento das águas residuais, dado que quando o pH é mais baixo tende a formar-se uma maior percentagem de ácido hipocloroso que tem um poder de desinfeção mais elevado do que o ião hipoclorito que se forma quando o pH é mais elevado.

A adição de hipoclorito de sódio à água residual tratada também poderá implicar uma redução do pH da mesma.

Em relação à formação de trihalometanos, esta tende a aumentar com o aumento do pH.

A figura 5.25 apresenta a variação do pH em função da concentração de cloro doseada no decorrer dos cinco ensaios.

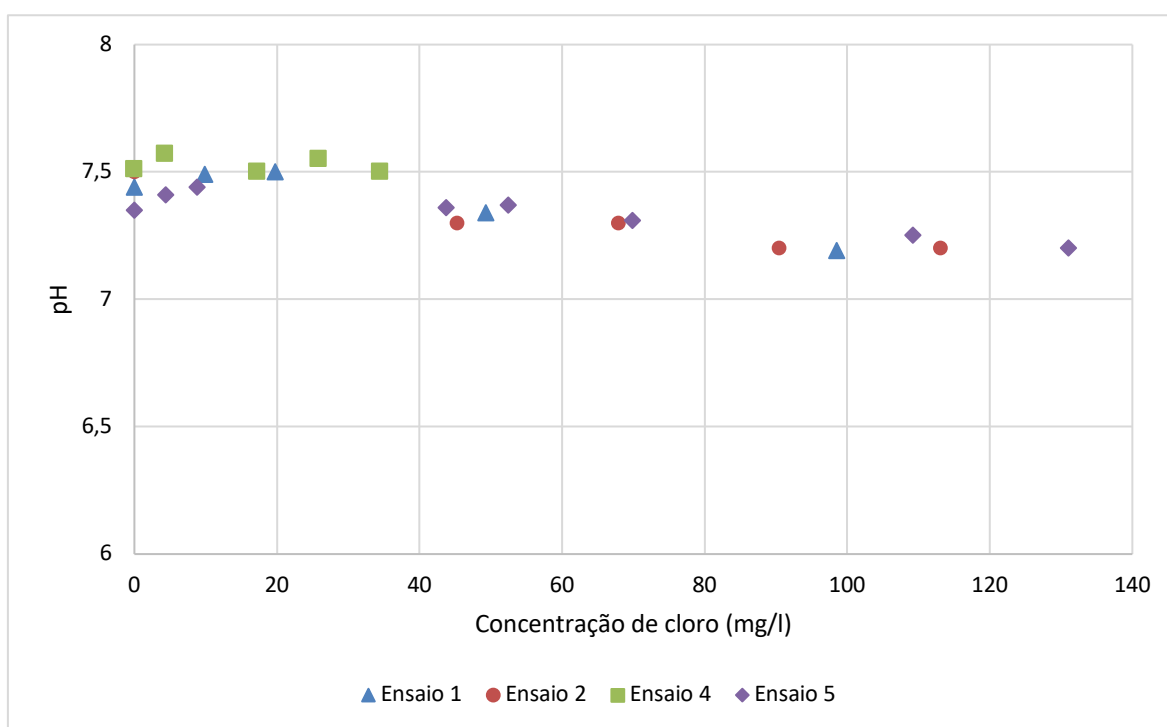


Figura 5.25 - Variação do pH em função da concentração de cloro doseada

Podemos constatar, pela figura 5.25, que o pH sofre um pequeno decréscimo com o aumento da concentração de cloro doseada, no entanto não é significativo, sendo que em todos os ensaios os valores de pH se encontram na faixa neutra, entre 7,2 e 7,57, o que demonstra um bom poder tampão da água residual tratada usada nestes ensaios.

## 5.7 Carência química de oxigênio

Relativamente à análise da carência química de oxigênio (CQO), os resultados encontram-se apresentados na figura 5.26. A determinação da CQO foi efetuada para os ensaios 1 e 2.

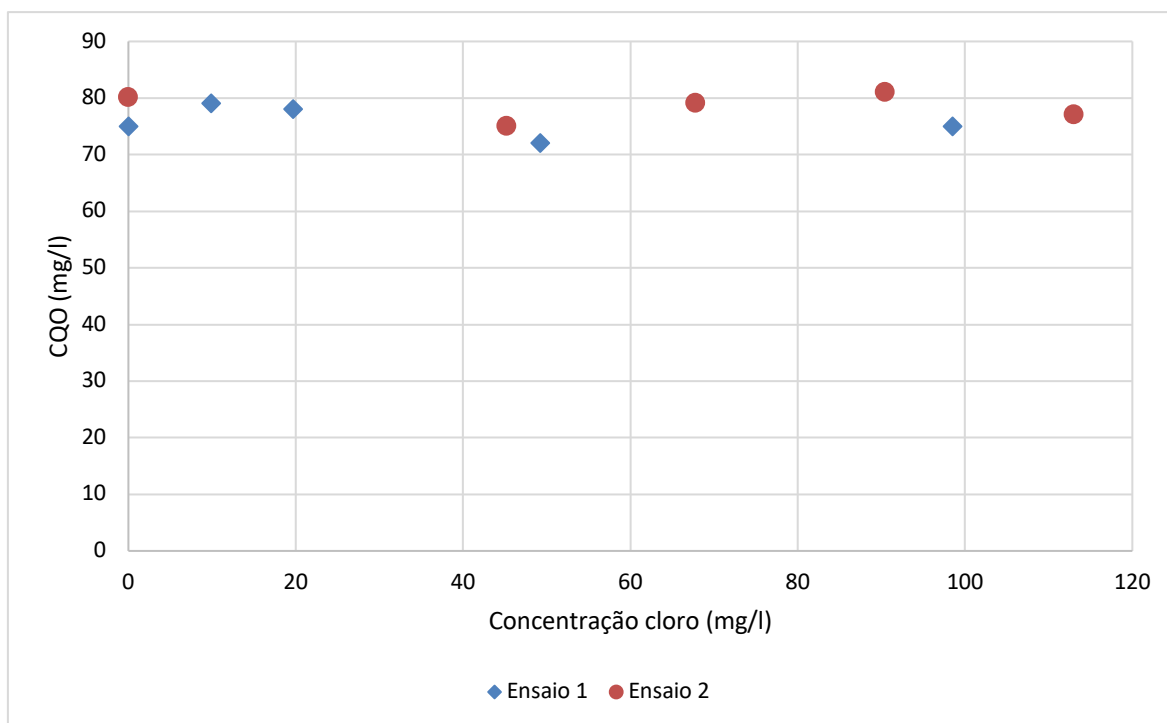


Figura 5.26 - Ensaios 1 e 2- Variação da CQO em função da concentração de cloro doseada

Os valores da concentração de CQO mantiveram-se praticamente constantes com o aumento da concentração de cloro doseada nos dois ensaios. No ensaio 1 a variou entre 72 e 78 mg/l e no ensaio 2 variou entre 75 e 81 mg/l. Estes valores estão em concordância com os valores médios da ETAR em estudo, sendo que o valor médio de CQO obtido através de amostras compostas é de 81 mg/l, podendo-se concluir que a utilização de hipoclorito como agente desinfetante não tem influência neste parâmetro.

## 5.8 Condutividade

A condutividade também foi analisada, no ensaio 2, para se perceber se este parâmetro tinha variações significativas com o aumento da concentração de cloro. A figura 5.27, mostra o comportamento da condutividade em função da concentração de cloro para o ensaio 2.

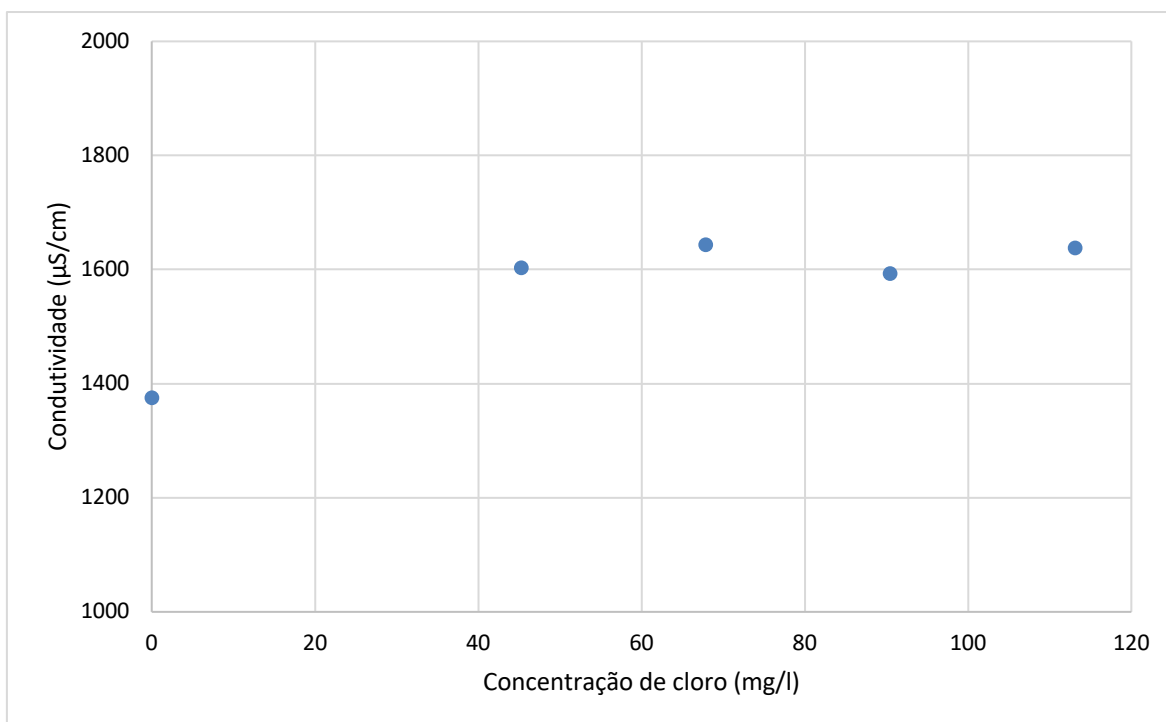


Figura 5.27 - Ensaio 2- Variação da condutividade em função da concentração de cloro

É possível verificar, através da figura 5.27, que a condutividade aumenta ligeiramente após a adição de cloro, de 1376 para 1603 uS/cm. Após a adição mantém-se relativamente constante com o aumento da concentração de cloro.

Com a adição à amostra de hipoclorito de sódio ( $\text{NaOCl}$ ) é expectável que a condutividade aumente, visto que este aumenta o teor de cloretos presentes nas amostras.

A condutividade média do efluente tratado da ETAR em estudo, para o ano 2018 foi de 2400 uS/cm, estando os valores obtidos nos ensaios abaixo do valor médio relativo à ETAR.

## 5.9 Sólidos suspensos totais

Foi estudado se existiria variação dos sólidos suspensos totais, dado que se está a adicionar à água residual um reagente que poderá aumentar o teor de sólidos presentes na amostra.

A análise aos sólidos suspensos totais foi efetuada no ensaio 2, sendo que para todas as concentrações de cloro doseadas o valor de sólidos suspensos totais foi inferior ao limite de quantificação do método utilizado ( $< 10 \text{ mg/l}$ ). Seria espectável que a concentração de sólidos suspensos totais aumentasse, o que não se verificou.





## 6 Conclusões

O presente trabalho teve como objetivo o estudo da formação de trihalometanos durante a desinfecção de águas residuais com recurso ao hipoclorito de sódio. Para tal, foram recolhidas amostras de água residual proveniente da ETAR do Barreiro/Moita e adicionadas às mesmas concentrações de cloro crescentes.

Todos os ensaios de cloragem permitiram comprovar que a formação de trihalometanos tende a aumentar com incremento da concentração de cloro adicionada, assim como com o aumento do tempo de reação.

Quando as concentrações de cloro doseadas foram inferiores a 8,7 mg/l, nunca se verificou formação de qualquer composto orgânico volátil, independentemente do tempo de reação. Estes resultados são de particular importância pois a gama de concentrações de cloro utilizada na desinfecção do efluente da ETAR Barreiro/Moita situa-se entre 4 a 6 mg/l. Não se tendo verificado formação de trihalometanos em ensaios laboratoriais, é expectável que estes não se venham a formar nas mesmas condições à escala industrial.

A maior concentração de trihalometanos formada, não havendo interrupção da reação, foi de 102 µg/l que corresponde também à maior concentração de cloro adicionada, 131 mg/l.

Entre os 9,8 mg/l e os 50 mg/l de cloro o único trihalometano que se formou foi o clorofórmio, sendo esta a espécie que é mais facilmente formada. Os valores deste composto foram superiores a 10 µg/l quando as doses de cloro ultrapassaram os 40 mg/l, nos casos em que o tempo de reação não foi controlado.

Nos ensaios sem interrupção da reação, a partir de doses de 50 mg/l de cloro, ocorreu pontualmente a formação de bromodiclorometano. Este composto formou-se sempre que as doses de cloro foram superiores a 100 mg/l.

Tanto o bromofórmio como o dibromoclorometano tiveram a sua formação a ocorrer quando se utilizaram doses de cloro superiores a 70 mg/l e apenas quando não se controlou o tempo de reação.

Ao limitar o tempo de reação conclui-se que, quando existe formação de trihalometanos, esta ocorre nos minutos iniciais, mantendo-se relativamente constante até o tempo de reação ser de aproximadamente 90 minutos

A única espécie que se forma para este tempo de reação é o clorofórmio.

Para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l, quando o tempo de reação foi de 90 minutos a formação de trihalometanos (na forma de clorofórmio) foi de 11µg/l, tendo este valor

subido para os 102 µg/l de trihalometanos (com presença do clorofórmio e dos 3 compostos bromados) quando a reação não foi interrompida. Estes resultados indicam que o fator tempo de contacto é essencial para que as reações entre cloro e matéria orgânica ocorram, sendo estas reações mais significativas em tempos de contacto superiores a 90 minutos. Os tempos de contacto utilizados à escala real na ETAR Barreiro/Moita variam entre os 10 e os 15 minutos.

Para uma dose de cloro de 96,9 mg/l e tempo de contacto de 60 minutos, a formação de trihalometanos foi de 10 µg/l. Na mesma amostra a análise sem ter sido interrompida a reação entre cloro e matéria orgânica conduziu a um valor de 76 µg/l de trihalometanos, resultados estes que corroboram as conclusões previamente apresentadas.

O cloro total tende a aumentar com o incremento da concentração de cloro doseada.

Em relação à formação de cloro combinado, este tende a formar-se em maior concentração quando existe uma maior quantidade de amónia disponível, o que indica a formação de cloraminas na água residual tratada, tal como era esperado.

## 7 Referências Bibliográficas

- Alegria, A., Sousa, I., Santos, S., Cavaco, M., Coimbra, M., Cruz, V., ... Santos, E. (1998). Trihalometanos - Análise da situação em Portugal, (1), 1–15.
- Amy, G. L., Chadlk, P. A., King, P. H., & Cooper, W. J. (1984). Chlorine Utilization during Trihalomethane Formation in the Presence of Ammonia and Bromide. *Environmental Science and Technology*, 18(10), 781–786. <https://doi.org/10.1021/es00128a011>
- APA. (2015). Metodologia Nacional PRTR, 1–22.
- APA. (2016). Nota Explicativa PRTR - ETAR urbanas.
- AWWA. (2013). White Paper on Aeration to Reduce Trihalomethanes.
- Barker, D. J., & Stuckey, D. C. (1999). A review of soluble microbial products (SMP) in wastewater treatment systems, 33(14). [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(99\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(99)00022-6)
- Barret, S., Krasner, S., & Amy, G. (2000). *Natural Organic Matter and Disinfection By-Products: Characterization and Control in Drinking Water—An Overview*.
- Black & Veatch Corporation. (2010). *White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470561331>
- Brooke, E., & Collins, M. R. (2011). Posttreatment aeration to reduce THMs. *Journal - American Water Works Association*, 103(10), 84–96. <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2011.tb11550.x>
- Casey, T. . (1997). *Unit treatment processes in water and wastewater engineering*.
- Cheremisinoff, N. P. (2002). *Handbook of water and wastewater treatment technologies. Laboratory Practice*.
- Chowdhury, S., Champagne, P., & McLellan, P. J. (2009). Models for predicting disinfection byproduct (DBP) formation in drinking waters: A chronological review. *Science of the Total Environment*, 407(14), 4189–4206. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.04.006>
- Decreto-Lei n.º 135/2009 de 3 de Junho. (2009). *Diário da República*, 3460–3468.
- Decreto-Lei n.º152/97 de 19 de Junho, Pub. L. No. Diário da república-I Série-A, ° 139, 955 (1997). Obtido de <https://dre.pt/application/conteudo/365343>
- Decreto-Lei nº 236/98 de 1 de agosto, 176 Diário Da República § (1998).
- Duong, H. A., Berg, M., Hoang, M. H., Pham, H. V., Gallard, H., Giger, W., & Von Gunten, U. (2003). Trihalomethane formation by chlorination of ammonium- and bromide-containing groundwater in water supplies of Hanoi, Vietnam. *Water Research*, 37(13), 3242–3252. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(03\)00138-6](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(03)00138-6)
- Gutiérrez, M., Droguet, M., & Odeur, U. (2002). La cromatografía de gases y la espectrometría de masas: Résumé. *Control*, 35–41. <https://doi.org/10.1006/fgbi.1999.1166>
- Hong, H. C., Liang, Y., Han, B. P., Mazumder, A., & Wong, M. H. (2007). Modeling of trihalomethane (THM) formation via chlorination of the water from Dongjiang River (source water for Hong Kong's drinking water). *Science of the Total Environment*, 385(1–3), 48–54. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.07.031>

- Hrudey, S. E. (2009). Chlorination disinfection by-products , public health risk tradeoffs and me. *Water Research*, 43(8), 2057–2092. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.02.011>
- Hua, G., & Reckhow, D. A. (2012). Evaluation of bromine substitution factors of DBPs during chlorination and chloramination. *Water Research*, 46(13), 4208–4216. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.05.031>
- Hua, G., & Yeats, S. (2010). Control of Trihalomethanes in Wastewater Treatment, (April).
- Hyötyläinen, T., & Riekkola, M. L. (2004). Approaches for on-line coupling of extraction and chromatography. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 378(8), 1962–1981. <https://doi.org/10.1007/s00216-004-2545-x>
- IRAR. (2007). Recomendação IRAR n.º 05/2007, 1–11.
- Kavouras, S. A., & Anastasiou, C. A. (2010). *Water Physiology. Nutrition Today* (Vol. 45). <https://doi.org/10.1097/nt.0b013e3181fe1713>
- Kovacs, M. H., Ristoiu, D., Voica, C., & Moldovan, Z. (2013). Climate change influence on drinking water quality (pp. 298–303). <https://doi.org/10.1063/1.4833749>
- Marais, S. S., Ncube, E. J., Msagati, T. A. M., Mamba, B. B., & Nkambule, T. T. I. (2018). Assessment of trihalomethane (THM) precursors using specific ultraviolet absorbance (SUVA) and molecular size distribution (MSD). *Journal of Water Process Engineering*, 27(December 2018), 143–151. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.11.019>
- Matamoros, V., Mujeriego, R., & Bayona, J. M. (2007). Trihalomethane occurrence in chlorinated reclaimed water at full-scale wastewater treatment plants in NE Spain. *Water Research*, 41(15), 3337–3344. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.04.021>
- McMaster, M. C. (2005). *LC / MS A Practical User ' s Guide*.
- Melcer, H., Bell, J., Thompson, D., Yendt, C., Kemp, J., & Steel, P. (1994). Modeling volatile organic contaminants fate in wastewater treatment plants, 120(3), 588–609.
- Merib, J., Simão, V., Dias, A. N., & Carasek, E. (2013). Simultaneous determination of trihalomethanes and organochlorine pesticides in water samples by direct immersion-headspace-solid phase microextraction. *Journal of Chromatography A*, 1321, 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2013.10.080>
- Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery* (5th ed.).
- Metsämuuronen, S., Sillanpää, M., Bhatnagar, A., & Mänttari, M. (2013). Natural organic matter removal from drinking water by membrane technology. *Separation and Purification Reviews*, 43(1), 1–61. <https://doi.org/10.1080/15422119.2012.712080>
- Meyer, S. T. (1994). O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. *Cadernos de Saúde Pública*, 10(1), 99–110. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1994000100011>
- Mohamadshafiee, M. R., & Taghavi, L. (2012). Health Effects of Trihalomethanes as Chlorinated Disinfection by Products : A Review Article, 6(8), 545–551.
- Mohd Zainudin, F., Abu Hasan, H., & Sheikh Abdullah, S. R. (2017). An overview of the technology used to remove trihalomethane (THM), trihalomethane precursors, and trihalomethane formation potential (THMFP) from water and wastewater. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 57, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2017.08.022>
- Monte, H., Santos, M., Barreiros, A., & Albuquerque, A. (2016). *Tratamento de águas residuais: operações e processos de tratamento físico e químico*. Guide – Artes Gráficas, Lda.

- Padalkar, A. V., & Kumar, R. (2018). Removal mechanisms of volatile organic compounds (VOCs) from effluent of common effluent treatment plant (CETP). *Chemosphere*, 199, 569–584. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.01.059>
- Paixão, R., Silva, L., & Andreola, R. (2014). A cloração e a formação de trihalometanos.
- Pavón, J. L., Martín, S., Pinto, C., & Cordero, B. (2008). Determination of trihalomethanes in water samples: A review. *Analytica Chimica Acta*, 629(1–2), 6–23. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2008.09.042>
- Qasim, S. R. (1999). *Wastewater treatment plants: Planning, Design, and Operation* (2th ed.).
- Ruiz-Bevia, F., Fernandez-Torres, M. J., & Blasco-Alemany, M. P. (2009). Purge efficiency in the determination of trihalomethanes in water by purge-and-trap gas chromatography. *Analytica Chimica Acta*, 632(2), 304–314. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2008.11.022>
- Sirivedhin, T., & Gray, K. A. (2005). Comparison of the disinfection by-product formation potentials between a wastewater effluent and surface waters. *Water Research*, 39(6), 1025–1036. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2004.11.031>
- Smith, J., Bomberger, D., & Haynes, D. (1980). Prediction of the Volatilization Rates of High-Volatility Chemicals from Natural Water Bodies.
- Spellman, F. R. (2009). *Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations*. Springer (Vol. 23). <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Sun, Y. X., Wu, Q. Y., Hu, H. Y., & Tian, J. (2009a). Effect of ammonia on the formation of THMs and HAAs in secondary effluent chlorination. *Chemosphere*, 76(5), 631–637. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.04.041>
- Sun, Y. X., Wu, Q. Y., Hu, H. Y., & Tian, J. (2009b). Effect of bromide on the formation of disinfection by-products during wastewater chlorination. *Water Research*, 43(9), 2391–2398. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.02.033>
- Tor, A., & Aydin, M. E. (2006). Application of liquid-phase microextraction to the analysis of trihalomethanes in water. *Analytica Chimica Acta*, 575(1), 138–143. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2006.05.054>
- U.S. EPA. (1978). Control Techniques for Volatile Organic Emissions from Stationary Sources.
- U.S. EPA. (1992). *Control techniques for volatile organic compound emissions from stationary sources*.
- U.S. EPA. (1999). *Alternative disinfectants and oxidants Guidance manual*. USEPA, 1999. EPA Guidance Manual Alternative Disinfectants and Oxidants, Table 3–3, pp. 3–10.
- U.S. EPA. (2006). National Primary Drinking Water Regulations: Stage 2 Disinfectants and Disinfection Byproducts Rule.
- U.S. EPA. (2011). *Water Treatment Manual: Disinfection*.
- UE. (2013). Diretiva 2013/39/UE do parlamento Europeu e do conselho de 12 de Agosto de 2013, 2013, 1–17.
- Vesilind, P. A. (2003). *Wastewater Treatment Plant Design*.
- Wang, X., Hu, X., Hu, C., & Wei, D. (2011). Sequential use of ultraviolet light and chlorine for reclaimed water disinfection. *Journal of Environmental Sciences*, 23(10), 1605–1610. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(10\)60630-4](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(10)60630-4)

- Wang, X., Hu, X., Wang, H., & Hu, C. (2012). Synergistic effect of the sequential use of UV irradiation and chlorine to disinfect reclaimed water. *Water Research*, 46(4), 1225–1232. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.12.027>
- Wang, Y., Zhu, G., & Engel, B. (2018). Health risk assessment of trihalomethanes in water treatment plants in Jiangsu Province , China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 170(December 2018), 346–354. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.12.004>
- Wexler, P., Abdollahi, M., Peyster, A., Gad, S., Greim, H., Harper, S., ... Wiegand, T. (2014). *Encyclopedia of toxicology*.
- WHO, W. H. O. (2003). Emerging Issues in Water and Infectious Disease. *World Health Organization*, 1–24. <https://doi.org/Doi 10.1017/S1041610212000634>
- Xue, S., Wang, K., Zhao, Q. L., & Wei, L. L. (2009). Chlorine reactivity and transformation of effluent dissolved organic fractions during chlorination. *Desalination*, 249(1), 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.07.024>
- Yang, X., Shang, C., & Huang, J. C. (2005). DBP formation in breakpoint chlorination of wastewater. *Water Research*, 39(19), 4755–4767. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.08.033>
- Zhao, R. S., Lao, W. J., & Xu, X. B. (2004). Headspace liquid-phase microextraction of trihalomethanes in drinking water and their gas chromatographic determination. *Talanta*, 62(4), 751–756. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2003.09.035>

## **8 ANEXOS**





## 8.1 Anexo I

Uma vez formados os trihalometanos, tentou avaliar-se se seria possível a sua remoção da água residual, como é apresentado na metodologia. Esta experiência corresponde ao terceiro ensaio. Tentou-se fazer essa remoção recorrendo à agitação da amostra, promovendo o arejamento da mesma, de modo a promover uma possível volatilização dos compostos.

No entanto, os resultados do ensaio não são fiáveis devido a erros na execução do mesmo, e por isso a maioria desses dados foram desprezados, à exceção de dois resultados, que foram integrados nos resultados apresentados. De modo a demonstrar que os resultados não são validos, estes serão apresentados em seguida na tabela I 1.

Tabela I 1 - Resultados do ensaio 3

Tempo de reação (min)	Tempo de agitação (min)	Oxigénio dissolvido antes do arejamento (mg/l)	Oxigénio dissolvido depois do arejamento (mg/l)	Trihalometanos (µg/l)	Cloro livre (mg/l)	Cloro total (mg/l)
Indefinido	0	3,21	-	76	9,5	15
60	0	0,34	-	10	< 0.10	< 0.10
Indefinido	1	3.45	4.02	65	15	24
Indefinido	2	3.50	4.70	79	8,9	17
Indefinido	3	4.31	4.71	40	8,3	15
Indefinido	5	4.40	4.90	91	11	19

Os resultados demostram que ocorreram algumas falhas. A concentração de cloro adicionada foi igual em todas as amostras, 96.9 mg/l, de modo a garantir que existia a formação de trihalometanos.

No entanto, deveria ter sido feita a adição de metabissulfito de sódio após a agitação das amostras, que não se verificou. Sendo assim, a reação da matéria orgânica com o cloro continuou a ocorrer, logo continuaram-se a formar trihalometanos, não se podendo tirar conclusões se se tinham volatilizado.

Foi também bastante difícil obter valores de oxigénio dissolvido fiáveis através da medição por sonda, pois estes apresentaram-se demasiado elevados antes de qualquer agitação/arejamento, variando muito pouco quando esta ocorria, não havendo o controlo necessário sobre as condições para garantir a viabilidade de experiência.

Por estas razões estes resultados foram desprezados. Apenas se utilizaram os valores dos trihalometanos em que o tempo de agitação é zero, sendo que nesses não houve qualquer interferência, ou seja, a manipulação das amostras foi executada como nos outros ensaios.



## 8.2 Anexo II

Boletins de análise referentes, aos compostos orgânicos voláteis, ao cloro livre, ao cloro total e ao cloro ativo, para todos os ensaios realizados.



**LABQUI**  
Laboratório de Química e Ambiente

### Boletim de Análise Analysis Report

Página 1 de 1  
Page 1 of 1

#### Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 04642/18  
LABQUI Ref.: 04642/18

**BOL-LAB-0019/18-1.04642/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-1.04642/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: ETAR Barreiro/Moita - Hipoclorito de Sódio  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 22-02-2018  
Received at: 22-02-2018

Duração da análise: 23-02-2018  
Testing duration: 23-02-2018

Emissão do boletim: 07-03-2018  
Report date: 07-03-2018

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual  
Type: Grab sampling

Início: 22-02-2018  
Start: 22-02-2018

Fim: 22-02-2018  
End: 22-02-2018

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Activo[a] Active Chlorine[a] Método Interno		167,4	g NaOCl/L	-----	-----

Limites de lei segundo: -----  
Law limits by: -----

Observações:  
Comments:

Q) Limite de Quantificação (LQ) do LABQUI para a soma de parâmetros orgânicos (aplicáveis), corresponde ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados.  
The limit of quantification for the sum of organic parameters performed by LABQUI (if applicable) corresponds to the highest individual LOQ presented.

Q) Resultado do LABQUI reportado para a soma de parâmetros orgânicos (aplicáveis), corresponde ao somatório dos valores quantificáveis apresentados.  
The result for the sum of the organic parameters performed by LABQUI (if applicable) is the sum of individual quantifiable values shown.

Q) Resultado para HTP Fração (C10-C50) corresponde à soma dos valores quantificáveis apresentados para as cadeias: HTP Fração (C16- C34), HTP Fração (C10-C16) e HTP Fração (C34-C50) ou ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados para as cadeias mencionadas.  
The result for HTP fraction (C10-C50) is the sum of quantifiable results of the fractions: HTP fraction (C16-C34), HTP fraction (C10-C16), and HTP fraction (C34-C50), or the highest limit of quantification presented for these chains, if not achieved quantifiable results.

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.  
MPV - Maximum Permissible Value; ELV - Emission Limit Value; RMV - Recommended Maximum Value; LQ - Limit of Quantification.

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[a][i] Test not included in the scope of accreditation.

[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[b] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor and included in the scope of accreditation of LABQUI.

[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor and not included in the scope of accreditation of LABQUI.

[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[d] - Subcontracted test not included in the scope of accreditation of the subcontractor and included in the scope of accreditation of LABQUI.

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Subcontracted test not included in the scope of accreditation of the subcontractor and not included in the scope of accreditation of LABQUI.

Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

This report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of ISQ. The results contained in this report relate only to the samples submitted to test, it doesn't approve or disapprove the samples tested.

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Diana Almeida  
Responsável Técnico  
Technical Director

instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 1 - Boletim de análise do cloro ativo para o ensaio 1

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 04643/18  
LABQUI Ref.: 04643/18

**BOL-LAB-0019/18-2.04643/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-2.04643/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - 0 mg/L NaOCl  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 22-02-2018  
Received at: 22-02-2018

**Duração da análise:** 22-02-2018 a 28-02-2018  
Testing duration: 22-02-2018 to 28-02-2018

**Emissão do boletim:** 07-03-2018  
Report date: 07-03-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 22-02-2018  
Start: 22-02-2018

**Fim:** 22-02-2018  
End: 22-02-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 2,0 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Diana Almeida  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 677/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 2 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 0 mg/l, ensaio 1

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 04643/18  
LABQUI Ref.: 04643/18

**BOL-LAB-0019/18-1.04643/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-1.04643/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - 0 mg/L NaOCl  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 22-02-2018  
Received at: 22-02-2018

**Duração da análise:** 22-02-2018 a 28-02-2018  
Testing duration: 22-02-2018 to 28-02-2018

**Emissão do boletim:** 07-03-2018  
Report date: 07-03-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 22-02-2018  
Start: 22-02-2018

**Fim:** 22-02-2018  
End: 22-02-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Diana Almeida  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 3 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 0 mg/l, ensaio 1

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 04644/18  
LABQUI Ref.: 04644/18

**BOL-LAB-0019/18-2.04644/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-2.04644/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - 10 mg/L NaOCI  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 22-02-2018  
Received at: 22-02-2018

**Duração da análise:** 22-02-2018 a 28-02-2018  
Testing duration: 22-02-2018 to 28-02-2018

**Emissão do boletim:** 07-03-2018  
Report date: 07-03-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 22-02-2018  
Start: 22-02-2018

**Fim:** 22-02-2018  
End: 22-02-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	3,0	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromochloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Diana Almeida  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 4 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 9.8 mg/l, ensaio 1

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 04644/18

LABQUI Ref.: 04644/18

**BOL-LAB-0019/18-1.04644/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial

BOL-LAB-0019/18-1.04644/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - 10 mg/L NaOCI  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 22-02-2018  
Received at: 22-02-2018

**Duração da análise:** 22-02-2018 a 28-02-2018  
Testing duration: 22-02-2018 to 28-02-2018

**Emissão do boletim:** 07-03-2018  
Report date: 07-03-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 22-02-2018  
Start: 22-02-2018

**Fim:** 22-02-2018  
End: 22-02-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre[a] Free Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	4,6	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total[a] Total Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	5,7	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Diana Almeida  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 5 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 9.8 mg/l, ensaio 1

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 04645/18

LABQUI Ref.: 04645/18

**BOL-LAB-0019/18-1.04645/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial

BOL-LAB-0019/18-1.04645/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - 20 mg/L NaOCI  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 22-02-2018  
Received at: 22-02-2018

**Duração da análise:** 22-02-2018 a 28-02-2018  
Testing duration: 22-02-2018 to 28-02-2018

**Emissão do boletim:** 07-03-2018  
Report date: 07-03-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 22-02-2018  
Start: 22-02-2018

**Fim:** 22-02-2018  
End: 22-02-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre[a] Free Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	4,7	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total[a] Total Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	6,9	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Diana Almeida  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 6 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 19.7 mg/l, ensaio 1



**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 04645/18  
LABQUI Ref.: 04645/18

**BOL-LAB-0019/18-2.04645/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-2.04645/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - 20 mg/L NaOCI  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 22-02-2018  
Received at: 22-02-2018

**Duração da análise:** 22-02-2018 a 28-02-2018  
Testing duration: 22-02-2018 to 28-02-2018

**Emissão do boletim:** 07-03-2018  
Report date: 07-03-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 22-02-2018  
Start: 22-02-2018

**Fim:** 22-02-2018  
End: 22-02-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	6,0	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Diana Almeida  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 7 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 19.7 mg/l, ensaio 1

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 04646/18  
LABQUI Ref.: 04646/18

**BOL-LAB-0019/18-2.04646/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-2.04646/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - 50 mg/L NaOCI  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 22-02-2018  
Received at: 22-02-2018

**Duração da análise:** 22-02-2018 a 28-02-2018  
Testing duration: 22-02-2018 to 28-02-2018

**Emissão do boletim:** 07-03-2018  
Report date: 07-03-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 22-02-2018  
Start: 22-02-2018

**Fim:** 22-02-2018  
End: 22-02-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	11	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	11	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Diana Almeida  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 8 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 49.2 mg/l, ensaio 1

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras



## Boletim de Análise Analysis Report

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 04646/18  
LABQUI Ref.: 04646/18

**BOL-LAB-0019/18-1.04646/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-1.04646/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - 50 mg/L NaOCl  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 22-02-2018  
Received at: 22-02-2018

**Duração da análise:** 22-02-2018 a 28-02-2018  
Testing duration: 22-02-2018 to 28-02-2018

**Emissão do boletim:** 07-03-2018  
Report date: 07-03-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 22-02-2018  
Start: 22-02-2018

**Fim:** 22-02-2018  
End: 22-02-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre[a] Free Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	8,9	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total[a] Total Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	16	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Diana Almeida  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 9 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 49.2 mg/l, ensaio 1

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 04647/18  
LABQUI Ref.: 04647/18

**BOL-LAB-0019/18-2.04647/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-2.04647/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - 100 mg/L NaOCI  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 22-02-2018  
Received at: 22-02-2018

**Duração da análise:** 22-02-2018 a 28-02-2018  
Testing duration: 22-02-2018 to 28-02-2018

**Emissão do boletim:** 07-03-2018  
Report date: 07-03-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 22-02-2018  
Start: 22-02-2018

**Fim:** 22-02-2018  
End: 22-02-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	16	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	20	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	20	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	22	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	78	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Diana Almeida  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 10 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 98.5 mg/l, ensaio 1

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 04647/18  
LABQUI Ref.: 04647/18

**BOL-LAB-0019/18-2.04647/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-2.04647/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - 100 mg/L NaOCI  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 22-02-2018  
Received at: 22-02-2018

**Duração da análise:** 22-02-2018 a 28-02-2018  
Testing duration: 22-02-2018 to 28-02-2018

**Emissão do boletim:** 07-03-2018  
Report date: 07-03-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 22-02-2018  
Start: 22-02-2018

**Fim:** 22-02-2018  
End: 22-02-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	16	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	20	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	20	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	22	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	78	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Diana Almeida  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 11 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 98.5 mg/l, ensaio 1

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 10794/18  
LABQUI Ref.: 10794/18

**BOL-LAB-0019/18-2.10794/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-2.10794/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 0 mg/L NaOCl  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 05-06-2018  
Received at: 05-06-2018

**Duração da análise:** 05-06-2018 a 15-06-2018  
Testing duration: 05-06-2018 to 15-06-2018

**Emissão do boletim:** 20-06-2018  
Report date: 20-06-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 05-06-2018  
Start: 05-06-2018

**Fim:** 05-06-2018  
End: 05-06-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cloroformio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 2,0 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 12 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 0 mg/l, ensaio 2

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 10794/18

**BOL-LAB-0019/18-1.10794/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial

LABQUI Ref.: 10794/18

BOL-LAB-0019/18-1.10794/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 0 mg/L NaOCl  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 05-06-2018  
Received at: 05-06-2018

**Duração da análise:** 05-06-2018 a 15-06-2018  
Testing duration: 05-06-2018 to 15-06-2018

**Emissão do boletim:** 20-06-2018  
Report date: 20-06-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 05-06-2018  
Start: 05-06-2018

**Fim:** 05-06-2018  
End: 05-06-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 13 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 0 mg/l, ensaio 2

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 10795/18 BOL-LAB-0019/18-2.10795/18 Boletim Definitivo - Revisão 0 Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 10795/18 BOL-LAB-0019/18-2.10795/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 50 mg/L NaOCl  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 05-06-2018 Duração da análise: 05-06-2018 a 15-06-2018  
Received at: 05-06-2018 Testing duration: 05-06-2018 to 15-06-2018

Emissão do boletim: 20-06-2018  
Report date: 20-06-2018

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual  
Type: Grab sampling

Início: 05-06-2018 Fim: 05-06-2018  
Start: 05-06-2018 End: 05-06-2018

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromofórmio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	23	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	23	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 14 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 45.2 mg/l, ensaio 2





**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente

## Boletim de Análise Analysis Report

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

### Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 10795/18

LABQUI Ref.: 10795/18

**BOL-LAB-0019/18-1.10795/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial

BOL-LAB-0019/18-1.10795/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 50 mg/L NaOCl

Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado

Sample type:

**Recepção:** 05-06-2018

Received at: 05-06-2018

**Duração da análise:** 05-06-2018 a 15-06-2018

Testing duration: 05-06-2018 to 15-06-2018

**Emissão do boletim:** 20-06-2018

Report date: 20-06-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente

Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual

Type: Grab sampling

**Início:** 05-06-2018

Start: 05-06-2018

**Fim:** 05-06-2018

End: 05-06-2018

**Dados complementares:**

Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Total[a] Total Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	11	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Livre[a] Free Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	9,4	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 15 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 45.2 mg/l, ensaio 2

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 10796/18  
LABQUI Ref.: 10796/18

**BOL-LAB-0019/18-2.10796/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-2.10796/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 75 mg/L NaOCI  
*Identification:*

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
*Sample type:*

**Recepção:** 05-06-2018  
*Received at:* 05-06-2018

**Duração da análise:** 05-06-2018 a 15-06-2018  
*Testing duration:* 05-06-2018 to 15-06-2018

**Emissão do boletim:** 20-06-2018  
*Report date:* 20-06-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
*Sampling:* Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
*Type:* Grab sampling

**Início:** 05-06-2018 **Fim:** 05-06-2018  
*Start:* 05-06-2018 *End:* 05-06-2018

**Dados complementares:**  
*Additional data:*

Ensaio <i>Test</i>	Norma <i>Method</i>	Resultado <i>Result</i>	Unidades <i>Units</i>	Limite de lei	VMR
1,1,1-Tricloroetano <i>1,1,1-Trichloroethane</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano <i>Bromodichloromethane</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados <i>Halogenated Volatile Organic Compounds</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	17	µg/L	-----	-----
Diclorometano <i>Dichloromethane</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) <i>1,2-Dichloroethane (DCE)</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno <i>Tetrachloroethylene</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano <i>Tetrachloromethane</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) <i>Trichloroethylene</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio <i>Bromoform</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano <i>Cis-1,2-Dichloroethene</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio <i>Chloroform</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	17	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano <i>Dibromochloromethane</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
*Responsible for issuing results*

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
*Technical Director*

Nota: Observações na Página (2).  
*Note: Observations on Page (2).*

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 16 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 67.8 mg/l, ensaio 2

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente

Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras

Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*Página 1 de 2  
Page 1 of 2**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 10796/18  
LABQUI Ref.: 10796/18**BOL-LAB-0019/18-1.10796/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-1.10796/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 75 mg/L NaOCl  
Identification:**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:**Recepção:** 05-06-2018  
Received at: 05-06-2018**Duração da análise:** 05-06-2018 a 15-06-2018  
Testing duration: 05-06-2018 to 15-06-2018**Emissão do boletim:** 20-06-2018  
Report date: 20-06-2018**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling**Início:** 05-06-2018 **Fim:** 05-06-2018  
Start: 05-06-2018 End: 05-06-2018**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Total[a] Total Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	13	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Livre[a] Free Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	4,8	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing resultsGuiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director SubstituteNota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 17 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 67.8 mg/l, ensaio 2

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 10797/18  
LABQUI Ref.: 10797/18

**BOL-LAB-0019/18-2.10797/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-2.10797/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 100 mg/L NaOCl  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 05-06-2018  
Received at: 05-06-2018

**Duração da análise:** 05-06-2018 a 15-06-2018  
Testing duration: 05-06-2018 to 15-06-2018

**Emissão do boletim:** 20-06-2018  
Report date: 20-06-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 05-06-2018 **Fim:** 05-06-2018  
Start: 05-06-2018 End: 05-06-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	22	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	22	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 18 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 90.4 mg/l, ensaio 2

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 10797/18  
LABQUI Ref.: 10797/18

**BOL-LAB-0019/18-1.10797/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-1.10797/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 100 mg/L NaOCl  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 05-06-2018  
Received at: 05-06-2018

**Duração da análise:** 05-06-2018 a 15-06-2018  
Testing duration: 05-06-2018 to 15-06-2018

**Emissão do boletim:** 20-06-2018  
Report date: 20-06-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 05-06-2018 **Fim:** 05-06-2018  
Start: 05-06-2018 End: 05-06-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre[a] Free Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	9,7	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total[a] Total Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	15	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 19 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 90.4 mg/l, ensaio 2

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 10799/18 BOL-LAB-0019/18-2.10799/18 Boletim Definitivo - Revisão 0 Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 10799/18 BOL-LAB-0019/18-2.10799/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 100 mg/L NaOCl + Metabissulfito  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 05-06-2018 Duração da análise: 05-06-2018 a 15-06-2018  
Received at: 05-06-2018 Testing duration: 05-06-2018 to 15-06-2018

Emissão do boletim: 20-06-2018  
Report date: 20-06-2018

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual  
Type: Grab sampling

Início: 05-06-2018 Fim: 05-06-2018  
Start: 05-06-2018 End: 05-06-2018

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cis-1,2-dicloroeteno <i>Cis-1,2-Dichloroethene</i> PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio <i>Chloroform</i> PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		8,0	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano <i>Dibromochloromethane</i> PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano <i>Tetrachloromethane</i> PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) <i>Trichloroethylene</i> PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio <i>Bromoform</i> PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Diclorometano <i>Dichloromethane</i> PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) <i>1,2-Dichloroethane (DCE)</i> PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno <i>Tetrachloroethylene</i> PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano <i>1,1,1-Trichloroethane</i> PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano <i>Bromodichloromethane</i> PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados <i>Halogenated Volatile Organic Compounds</i> PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 20 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 90.4 mg/l + Metabissulfito – 5 min, ensaio 2

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 10799/18  
LABQUI Ref.: 10799/18

**BOL-LAB-0019/18-1.10799/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-1.10799/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 100 mg/L NaOCl +Metabissulfito  
*Identification:*

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
*Sample type:*

**Recepção:** 05-06-2018  
*Received at:* 05-06-2018

**Duração da análise:** 05-06-2018 a 15-06-2018  
*Testing duration:* 05-06-2018 to 15-06-2018

**Emissão do boletim:** 20-06-2018  
*Report date:* 20-06-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
*Sampling:* Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
*Type:* Grab sampling

**Início:** 05-06-2018 **Fim:** 05-06-2018  
*Start:* 05-06-2018 *End:* 05-06-2018

**Dados complementares:**  
*Additional data:*

Ensaio <i>Test</i>	Norma <i>Method</i>	Resultado <i>Result</i>	Unidades <i>Units</i>	Limite de lei	VMR
Cloro Livre <i>Free Chlorine</i>	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total <i>Total Chlorine</i>	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
*Responsible for issuing results*

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
*Technical Director Substitute*

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 21 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 90.4 mg/l + Metabissulfito – 5 min, ensaio 2

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 10798/18 BOL-LAB-0019/18-2.10798/18 Boletim Definitivo - Revisão 0 Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 10798/18 BOL-LAB-0019/18-2.10798/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 125 mg/L NaOCl  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 05-06-2018 Duração da análise: 05-06-2018 a 15-06-2018  
Received at: 05-06-2018 Testing duration: 05-06-2018 to 15-06-2018

Emissão do boletim: 20-06-2018  
Report date: 20-06-2018

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual  
Type: Grab sampling

Início: 05-06-2018 Fim: 05-06-2018  
Start: 05-06-2018 End: 05-06-2018

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	12	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	38	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	26	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

*Tânia Santos*

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 22 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 113.1 mg/l, ensaio 2



**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente

Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras

Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*Página 1 de 2  
Page 1 of 2**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 10798/18  
LABQUI Ref.: 10798/18**BOL-LAB-0019/18-1.10798/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-1.10798/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 125 mg/L NaOCl  
Identification:**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:**Recepção:** 05-06-2018  
Received at: 05-06-2018**Duração da análise:** 05-06-2018 a 15-06-2018  
Testing duration: 05-06-2018 to 15-06-2018**Emissão do boletim:** 20-06-2018  
Report date: 20-06-2018**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling**Início:** 05-06-2018 **Fim:** 05-06-2018  
Start: 05-06-2018 End: 05-06-2018**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre[a] Free Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	11	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total[a] Total Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	22	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing resultsGuiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director SubstituteNota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 23 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 113.1 mg/l, ensaio 2

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 12698/18 **BOL-LAB-0019/18-2.12698/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 12698/18 BOL-LAB-0019/18-2.12698/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR do Barreiro - Efluente Final - 125mg/L + Metabissulfito de sódio  
*Identification:*

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
*Sample type:*

**Recepção:** 29-06-2018 **Duração da análise:** 29-06-2018 a 09-07-2018  
*Received at:* 29-06-2018 *Testing duration:* 29-06-2018 to 09-07-2018

**Emissão do boletim:** 16-07-2018  
*Report date:* 16-07-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
*Sampling:* Client responsibility

**Tipo:** Pontual **Início:** 28-06-2018 **Fim:** 28-06-2018  
*Type:* Grab sampling *Start:* 28-06-2018 *End:* 28-06-2018

**Dados complementares:**  
*Additional data:*

Ensaio <i>Test</i>	Norma <i>Method</i>	Resultado <i>Result</i>	Unidades <i>Units</i>	Limite de lei	VMR
Diclorometano <i>Dichloromethane</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano <i>Cis-1,2-Dichloroethane</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano <i>Tetrachloromethane</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano <i>1,1,1-Trichloroethane</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) <i>1,2-Dichloroethane (DCE)</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio <i>Chloroform</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	10	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) <i>Trichloroethylene</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano <i>Bromodichloromethane</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno <i>Tetrachloroethylene</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano <i>Dibromochloromethane</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio <i>Bromoform</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados <i>Halogenated Volatile Organic Compounds</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	10	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
*Responsible for issuing results*

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
*Technical Director*

Nota: Observações na Página (2).  
*Note: Observations on Page (2).*

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 24 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 96.9 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 3

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 12698/18 **BOL-LAB-0019/18-1.12698/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 12698/18 BOL-LAB-0019/18-1.12698/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR do Barreiro - Efluente Final - 125mg/L + Metabissulfito de sódio  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 29-06-2018 **Duração da análise:** 29-06-2018 a 09-07-2018  
Received at: 29-06-2018 Testing duration: 29-06-2018 to 09-07-2018

**Emissão do boletim:** 16-07-2018  
Report date: 16-07-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual **Início:** 28-06-2018 **Fim:** 28-06-2018  
Type: Grab sampling Start: 28-06-2018 End: 28-06-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 25 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 96.9 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 3

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 12699/18 BOL-LAB-0019/18-2.12699/18 Boletim Definitivo - Revisão 0 Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 12699/18 BOL-LAB-0019/18-2.12699/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: ETAR do Barreiro - Efluente Final - 125mg/L - 0 min  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 29-06-2018 Duração da análise: 29-06-2018 a 09-07-2018  
Received at: 29-06-2018 Testing duration: 29-06-2018 to 09-07-2018

Emissão do boletim: 16-07-2018  
Report date: 16-07-2018

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual Início: 28-06-2018 Fim: 28-06-2018  
Type: Grab sampling Start: 28-06-2018 End: 28-06-2018

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	19	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	16	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	24	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	17	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	76	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 26 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 96.9 mg/l - 0 min agitação, ensaio 3

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*Página 1 de 2  
Page 1 of 2**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 12699/18

LABQUI Ref.: 12699/18

**BOL-LAB-0019/18-1.12699/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial

BOL-LAB-0019/18-1.12699/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR do Barreiro - Efluente Final - 125mg/L - 0 min

Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado

Sample type:

**Recepção:** 29-06-2018

Received at: 29-06-2018

**Duração da análise:** 29-06-2018 a 09-07-2018

Testing duration: 29-06-2018 to 09-07-2018

**Emissão do boletim:** 16-07-2018

Report date: 16-07-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente

Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual

Type: Grab sampling

**Início:** 28-06-2018

Start: 28-06-2018

**Fim:** 28-06-2018

End: 28-06-2018

**Dados complementares:**

Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre[a]	Free Chlorine[a]	9,5	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição					
Cloro Total[a]	Total Chlorine[a]	15	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição					

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing resultsGuiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director SubstituteNota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 27 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 96.9 mg/l - 0 min agitação, ensaio 3

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 12700/18 **BOL-LAB-0019/18-2.12700/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 12700/18 BOL-LAB-0019/18-2.12700/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR do Barreiro - Efluente Final - 125mg/L - 1 min  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 29-06-2018 **Duração da análise:** 29-06-2018 a 09-07-2018  
Received at: 29-06-2018 Testing duration: 29-06-2018 to 09-07-2018

**Emissão do boletim:** 16-07-2018  
Report date: 16-07-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual **Início:** 28-06-2018 **Fim:** 28-06-2018  
Type: Grab sampling Start: 28-06-2018 End: 28-06-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	9,0	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	11	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	24	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	21	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	65	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 28 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 96.9 mg/l - 1 min agitação, ensaio 3

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 12700/18  
LABQUI Ref.: 12700/18

**BOL-LAB-0019/18-1.12700/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-1.12700/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR do Barreiro - Efluente Final - 125mg/L - 1 min  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 29-06-2018  
Received at: 29-06-2018

**Duração da análise:** 29-06-2018 a 09-07-2018  
Testing duration: 29-06-2018 to 09-07-2018

**Emissão do boletim:** 16-07-2018  
Report date: 16-07-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 28-06-2018  
Start: 28-06-2018

**Fim:** 28-06-2018  
End: 28-06-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre[a]	Free Chlorine[a]	15	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição					
Cloro Total[a]	Total Chlorine[a]	24	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição					

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 29 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 96.9 mg/l - 1 min agitação, ensaio 3

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 12701/18 BOL-LAB-0019/18-2.12701/18 Boletim Definitivo - Revisão 0 Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 12701/18 BOL-LAB-0019/18-2.12701/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: ETAR do Barreiro - Efluente Final - 125mg/L - 2 min  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 29-06-2018 Duração da análise: 29-06-2018 a 09-07-2018  
Received at: 29-06-2018 Testing duration: 29-06-2018 to 09-07-2018

Emissão do boletim: 16-07-2018  
Report date: 16-07-2018

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual Início: 28-06-2018 Fim: 28-06-2018  
Type: Grab sampling Start: 28-06-2018 End: 28-06-2018

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	19	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	16	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	25	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	19	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	79	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 30 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 96.9 mg/l - 2 min agitação, ensaio 3



**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*Página 1 de 2  
Page 1 of 2**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 12701/18

LABQUI Ref.: 12701/18

**BOL-LAB-0019/18-1.12701/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial

BOL-LAB-0019/18-1.12701/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR do Barreiro - Efluente Final - 125mg/L - 2 min  
Identification:**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:**Recepção:** 29-06-2018  
Received at: 29-06-2018**Duração da análise:** 29-06-2018 a 09-07-2018  
Testing duration: 29-06-2018 to 09-07-2018**Emissão do boletim:** 16-07-2018  
Report date: 16-07-2018**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling**Início:** 28-06-2018  
Start: 28-06-2018**Fim:** 28-06-2018  
End: 28-06-2018**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre[a]	Free Chlorine[a]	8,9	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição					
Cloro Total[a]	Total Chlorine[a]	17	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição					

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing resultsGuiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director SubstituteNota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 31 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 96.9 mg/l - 2 min agitação, ensaio 3

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 12702/18 BOL-LAB-0019/18-2.12702/18 Boletim Definitivo - Revisão 0 Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 12702/18 BOL-LAB-0019/18-2.12702/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: ETAR do Barreiro - Efluente Final - 125mg/L - 3 min  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 29-06-2018 Duração da análise: 29-06-2018 a 09-07-2018  
Received at: 29-06-2018 Testing duration: 29-06-2018 to 09-07-2018

Emissão do boletim: 16-07-2018  
Report date: 16-07-2018

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual Início: 28-06-2018 Fim: 28-06-2018  
Type: Grab sampling Start: 28-06-2018 End: 28-06-2018

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	12	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	15	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	13	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	40	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 32- Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 96.9 mg/l - 3 min agitação, ensaio 3

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*Página 1 de 2  
Page 1 of 2**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 12702/18

LABQUI Ref.: 12702/18

**BOL-LAB-0019/18-1.12702/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial

BOL-LAB-0019/18-1.12702/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR do Barreiro - Efluente Final - 125mg/L - 3 min

Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado

Sample type:

**Recepção:** 29-06-2018

Received at: 29-06-2018

**Duração da análise:** 29-06-2018 a 09-07-2018

Testing duration: 29-06-2018 to 09-07-2018

**Emissão do boletim:** 16-07-2018

Report date: 16-07-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente

Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual

Type: Grab sampling

**Início:** 28-06-2018

Start: 28-06-2018

**Fim:** 28-06-2018

End: 28-06-2018

**Dados complementares:**

Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre[a]	Free Chlorine[a]	8,3	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição					
Cloro Total[a]	Total Chlorine[a]	15	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição					

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing resultsGuiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director SubstituteNota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 33 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 96.9 mg/l - 3 min agitação, ensaio 3

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 12703/18 BOL-LAB-0019/18-2.12703/18 Boletim Definitivo - Revisão 0 Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 12703/18 BOL-LAB-0019/18-2.12703/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: ETAR do Barreiro - Efluente Final - 125mg/L - 5 min  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 29-06-2018 Duração da análise: 29-06-2018 a 09-07-2018  
Received at: 29-06-2018 Testing duration: 29-06-2018 to 09-07-2018

Emissão do boletim: 16-07-2018  
Report date: 16-07-2018

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual Início: 28-06-2018 Fim: 28-06-2018  
Type: Grab sampling Start: 28-06-2018 End: 28-06-2018

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	20	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	18	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	29	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	24	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	91	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 34- Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 96.9 mg/l - 5 min agitação, ensaio 3

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*Página 1 de 2  
Page 1 of 2**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 12703/18

LABQUI Ref.: 12703/18

**BOL-LAB-0019/18-1.12703/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial

BOL-LAB-0019/18-1.12703/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR do Barreiro - Efluente Final - 125mg/L - 5 min

Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado

Sample type:

**Recepção:** 29-06-2018

Received at: 29-06-2018

**Duração da análise:** 29-06-2018 a 09-07-2018

Testing duration: 29-06-2018 to 09-07-2018

**Emissão do boletim:** 16-07-2018

Report date: 16-07-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente

Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual

Type: Grab sampling

**Início:** 28-06-2018

Start: 28-06-2018

**Fim:** 28-06-2018

End: 28-06-2018

**Dados complementares:**

Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre[a]	Free Chlorine[a]	11	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição					
Cloro Total[a]	Total Chlorine[a]	19	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição					

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing resultsGuiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director SubstituteNota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 35 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 96.9 mg/l - 5 min agitação, ensaio 3

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14953/18  
LABQUI Ref.: 14953/18

**BOL-LAB-0019/18-2.14953/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-2.14953/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 0 mg/L NaOCl  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 26-07-2018  
Received at: 26-07-2018

**Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018  
Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

**Emissão do boletim:** 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 26-07-2018  
Start: 26-07-2018

**Fim:** 26-07-2018  
End: 26-07-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 17%	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 18%	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 18%	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 17%	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 2,0 (LQ) LD: 0,67 LQ: 2,0 INC: 20%	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 18%	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 17%	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 18%	µg/L	-----	-----
Dibromodiclorometano Dibromodichloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 17%	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 17%	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 55%	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 36 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 0 mg/l, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14953/18

LABQUI Ref.: 14953/18

**BOL-LAB-0019/18-1.14953/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial

BOL-LAB-0019/18-1.14953/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 0 mg/L NaOCl  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 26-07-2018  
Received at: 26-07-2018

**Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018  
Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

**Emissão do boletim:** 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 26-07-2018  
Start: 26-07-2018

**Fim:** 26-07-2018  
End: 26-07-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	LD: 0,03 LQ: 0,10 INC: 12%	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	LD: 0,03 LQ: 0,10 INC: 12%	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	LD: 3,3 LQ: 10 INC: 17%	µg/L	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 37 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 0 mg/l, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14954/18  
LABQUI Ref.: 14954/18

**BOL-LAB-0019/18-2.14954/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-2.14954/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 5 mg/L NaOCl  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 26-07-2018  
Received at: 26-07-2018

**Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018  
Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

**Emissão do boletim:** 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 26-07-2018  
Start: 26-07-2018

**Fim:** 26-07-2018  
End: 26-07-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 17%	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 18%	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 18%	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 17%	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 2,0 (LQ) LD: 0,67 LQ: 2,0 INC: 20%	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 18%	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 17%	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 18%	µg/L	-----	-----
Dibromodiclorometano Dibromodichloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 17%	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 17%	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ) LD: 3,3 LQ: 10 INC: 55%	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 38 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 4.3 mg/l, ensaio 4



**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14954/18

LABQUI Ref.: 14954/18

**BOL-LAB-0019/18-1.14954/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial

BOL-LAB-0019/18-1.14954/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 5 mg/L NaOCl  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 26-07-2018  
Received at: 26-07-2018

**Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018  
Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

**Emissão do boletim:** 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 26-07-2018  
Start: 26-07-2018

**Fim:** 26-07-2018  
End: 26-07-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	LD: 0,03 LQ: 0,10 INC: 12%	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	LD: 0,03 LQ: 0,10 INC: 12%	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	LD: 3,3 LQ: 10 INC: 17%	µg/L	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 39 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 4.3 mg/l, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14955/18

**BOL-LAB-0019/18-2.14955/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial

LABQUI Ref.: 14955/18

BOL-LAB-0019/18-2.14955/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 20 mg/L NaOCl  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 26-07-2018

**Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018

**Emissão do boletim:** 09-08-2018

Received at: 26-07-2018

Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

Report date: 09-08-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente

Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual

**Início:** 26-07-2018

**Fim:** 26-07-2018

Type: Grab sampling

Start: 26-07-2018

End: 26-07-2018

**Dados complementares:**

Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	6,0	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromochloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 40 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 17.2 mg/l, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14955/18 **BOL-LAB-0019/18-1.14955/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 14955/18 *BOL-LAB-0019/18-1.14955/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential*

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 20 mg/L NaOCl  
*Identification:*

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
*Sample type:*

**Recepção:** 26-07-2018 **Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018  
*Received at: 26-07-2018 Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018*

**Emissão do boletim:** 09-08-2018  
*Report date: 09-08-2018*

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
*Sampling: Client responsibility*

**Tipo:** Pontual **Início:** 26-07-2018 **Fim:** 26-07-2018  
*Type: Grab sampling Start: 26-07-2018 End: 26-07-2018*

**Dados complementares:**  
*Additional data:*

Ensaio <i>Test</i>	Norma <i>Method</i>	Resultado <i>Result</i>	Unidades <i>Units</i>	Limite de lei	VMR
Cloro Livre[a] <i>Free Chlorine[a]</i>	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	11	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total[a] <i>Total Chlorine[a]</i>	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	17	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Nota: Observações na Página (2).  
*Note: Observations on Page (2).*

Responsável pela emissão de resultados  
*Responsible for issuing results*

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
*Technical Director Substitute*

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 41- Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 17.2 mg/l, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14956/18 BOL-LAB-0019/18-2.14956/18 Boletim Definitivo - Revisão 0 Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 14956/18 BOL-LAB-0019/18-2.14956/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 30 mg/L NaOCl  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 26-07-2018 Duração da análise: 26-07-2018 a 07-08-2018  
Received at: 26-07-2018 Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

Emissão do boletim: 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual Início: 26-07-2018 Fim: 26-07-2018  
Type: Grab sampling Start: 26-07-2018 End: 26-07-2018

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		5,0	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 42 -- Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 25.9 mg/l, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14956/18 **BOL-LAB-0019/18-1.14956/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 14956/18 *BOL-LAB-0019/18-1.14956/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential*

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 30 mg/L NaOCl  
*Identification:*

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
*Sample type:*

**Recepção:** 26-07-2018 **Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018  
*Received at: 26-07-2018 Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018*

**Emissão do boletim:** 09-08-2018  
*Report date: 09-08-2018*

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
*Sampling: Client responsibility*

**Tipo:** Pontual **Início:** 26-07-2018 **Fim:** 26-07-2018  
*Type: Grab sampling Start: 26-07-2018 End: 26-07-2018*

**Dados complementares:**  
*Additional data:*

Ensaio <i>Test</i>	Norma <i>Method</i>	Resultado <i>Result</i>	Unidades <i>Units</i>	Limite de lei	VMR
Cloro Livre[a] <i>Free Chlorine[a]</i>	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	8,3	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total[a] <i>Total Chlorine[a]</i>	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	10	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Diclorometano <i>Dichloromethane</i>	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
*Responsible for issuing results*

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
*Technical Director Substitute*

Nota: Observações na Página (2).  
*Note: Observations on Page (2).*

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 43 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 25.9 mg/l, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14957/18  
LABQUI Ref.: 14957/18

**BOL-LAB-0019/18-2.14957/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-2.14957/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 40 mg/L NaOCl  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 26-07-2018  
Received at: 26-07-2018

**Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018  
Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

**Emissão do boletim:** 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 26-07-2018  
Start: 26-07-2018

**Fim:** 26-07-2018  
End: 26-07-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	8,0	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromodiclorometano Dibromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromochloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 44 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 34.5 mg/l, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14957/18

LABQUI Ref.: 14957/18

**BOL-LAB-0019/18-1.14957/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial

BOL-LAB-0019/18-1.14957/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 40 mg/L NaOCl  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 26-07-2018  
Received at: 26-07-2018

**Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018  
Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

**Emissão do boletim:** 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 26-07-2018  
Start: 26-07-2018

**Fim:** 26-07-2018  
End: 26-07-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre[a] Free Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	8,9	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total[a] Total Chlorine[a]	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	12	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 45 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 34.5 mg/l, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14958/18 BOL-LAB-0019/18-2.14958/18 Boletim Definitivo - Revisão 0 Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 14958/18 BOL-LAB-0019/18-2.14958/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 100 mg/L NaOCl + Metabissulfito de Sódio - 1 min  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 26-07-2018 Duração da análise: 26-07-2018 a 07-08-2018  
Received at: 26-07-2018 Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

Emissão do boletim: 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual Início: 26-07-2018 Fim: 26-07-2018  
Type: Grab sampling Start: 26-07-2018 End: 26-07-2018

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	5,0	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromodiclorometano Dibromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 46 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 86.2 mg/l + Metabissulfito – 1 min, ensaio 4



**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14958/18  
LABQUI Ref.: 14958/18

**BOL-LAB-0019/18-1.14958/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-1.14958/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 100 mg/L NaOCl + Metabissulfito de Sódio - 1 min  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 26-07-2018  
Received at: 26-07-2018

**Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018  
Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

**Emissão do boletim:** 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 26-07-2018  
Start: 26-07-2018

**Fim:** 26-07-2018  
End: 26-07-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 47 -Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 86.2 mg/l + Metabissulfito – 1 min, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14959/18 BOL-LAB-0019/18-2.14959/18 Boletim Definitivo - Revisão 0 Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 14959/18 BOL-LAB-0019/18-2.14959/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 100 mg/L NaOCl + Metabissulfito de Sódio - 5 min  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 26-07-2018 Duração da análise: 26-07-2018 a 07-08-2018  
Received at: 26-07-2018 Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

Emissão do boletim: 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual Início: 26-07-2018 Fim: 26-07-2018  
Type: Grab sampling Start: 26-07-2018 End: 26-07-2018

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	5,0	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromodiclorometano Dibromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 48 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 86.2 mg/l + Metabissulfito – 5 min, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14959/18 **BOL-LAB-0019/18-1.14959/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 14959/18 BOL-LAB-0019/18-1.14959/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 100 mg/L NaOCl + Metabissulfito de Sódio - 5 min  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 26-07-2018 **Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018  
Received at: 26-07-2018 Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

**Emissão do boletim:** 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual **Início:** 26-07-2018 **Fim:** 26-07-2018  
Type: Grab sampling Start: 26-07-2018 End: 26-07-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 49 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 86.2 mg/l + Metabissulfito – 5 min, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14960/18 BOL-LAB-0019/18-2.14960/18 Boletim Definitivo - Revisão 0 Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 14960/18 BOL-LAB-0019/18-2.14960/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 100 mg/L NaOCl + Metabissulfito de Sódio - 15 min  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 26-07-2018 Duração da análise: 26-07-2018 a 07-08-2018  
Received at: 26-07-2018 Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

Emissão do boletim: 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual Início: 26-07-2018 Fim: 26-07-2018  
Type: Grab sampling Start: 26-07-2018 End: 26-07-2018

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	5,0	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromodiclorometano Dibromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromochloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 50 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 86.2 mg/l + Metabissulfito – 15 min, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14960/18 **BOL-LAB-0019/18-1.14960/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 14960/18 BOL-LAB-0019/18-1.14960/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 100 mg/L NaOCl + Metabissulfito de Sódio - 15 min  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 26-07-2018 **Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018  
Received at: 26-07-2018 Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

**Emissão do boletim:** 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual **Início:** 26-07-2018 **Fim:** 26-07-2018  
Type: Grab sampling Start: 26-07-2018 End: 26-07-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 51 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 86.2 mg/l + Metabissulfito – 15 min, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14961/18 BOL-LAB-0019/18-2.14961/18 Boletim Definitivo - Revisão 0 Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 14961/18 BOL-LAB-0019/18-2.14961/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 100 mg/L NaOCl + Metabissulfito de Sódio - 30 min  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 26-07-2018 Duração da análise: 26-07-2018 a 07-08-2018  
Received at: 26-07-2018 Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

Emissão do boletim: 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual Início: 26-07-2018 Fim: 26-07-2018  
Type: Grab sampling Start: 26-07-2018 End: 26-07-2018

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	6,0	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromodiclorometano Dibromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromochloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 52 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 86.2 mg/l + Metabissulfito – 30 min, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14961/18 **BOL-LAB-0019/18-1.14961/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 14961/18 BOL-LAB-0019/18-1.14961/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 100 mg/L NaOCl + Metabissulfito de Sódio - 30 min  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 26-07-2018 **Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018  
Received at: 26-07-2018 Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

**Emissão do boletim:** 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual **Início:** 26-07-2018 **Fim:** 26-07-2018  
Type: Grab sampling Start: 26-07-2018 End: 26-07-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 53 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 86.2 mg/l + Metabissulfito – 30 min, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14962/18  
LABQUI Ref.: 14962/18

**BOL-LAB-0019/18-2.14962/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0019/18-2.14962/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 100 mg/L NaOCl + Metabissulfito de Sódio - 60 min  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 26-07-2018  
Received at: 26-07-2018

**Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018  
Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

**Emissão do boletim:** 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 26-07-2018  
Start: 26-07-2018

**Fim:** 26-07-2018  
End: 26-07-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	6,0	µg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Dibromodiclorometano Dibromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	< 10 (LQ)	µg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 54 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 86.2 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 4



**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 2  
Page 1 of 2

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 14962/18 **BOL-LAB-0019/18-1.14962/18 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
LABQUI Ref.: 14962/18 BOL-LAB-0019/18-1.14962/18 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro/Moita - Efluente Final - 100 mg/L NaOCl + Metabissulfito de Sódio - 60 min  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 26-07-2018 **Duração da análise:** 26-07-2018 a 07-08-2018  
Received at: 26-07-2018 Testing duration: 26-07-2018 to 07-08-2018

**Emissão do boletim:** 09-08-2018  
Report date: 09-08-2018

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual **Início:** 26-07-2018 **Fim:** 26-07-2018  
Type: Grab sampling Start: 26-07-2018 End: 26-07-2018

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 21ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Guiomar Medeiros  
Substituto do Responsável Técnico  
Technical Director Substitute

Nota: Observações na Página (2).  
Note: Observations on Page (2).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 55 - Boletim de análise do cloro livre e total para a concentração de cloro doseada de 86.2 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 4

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*Página 1 de 1  
Page 1 of 1**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 09030/19

LABQUI Ref.: 09030/19

**BOL-LAB-0002/19-1.09030/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial

BOL-LAB-0002/19-1.09030/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** ETAR Barreiro / Moita - Hipoclorito de Sódio  
*Identification:***Tipo de amostra:** Hipoclorito de Sódio*Sample type:***Recepção:** 02-04-2019*Received at:* 02-04-2019**Duração da análise:** 03-04-2019*Testing duration:* 03-04-2019**Emissão do boletim:** 08-04-2019*Report date:* 08-04-2019**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente*Sampling:* Client responsibility**Tipo:** Pontual*Type:* Grab sampling**Início:** 02-04-2019*Start:* 02-04-2019**Fim:** 02-04-2019*End:* 02-04-2019**Dados complementares:***Additional data:*

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Activo[a]	Active Chlorine[a]	143,22	g NaOCl/L	-----	-----
Método Interno					

Limites de lei segundo: -----

*Law limits by:* -----**Observações:***Comments:*

OLimite de Quantificação (LQ) do LABQUI para a soma de parâmetros orgânicos (aplicáveis), corresponde ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados.  
*The limit of quantification for the sum of organic parameters performed by LABQUI (if applicable) corresponds to the highest individual LOQ presented.*

OResultado do LABQUI reportado para a soma de parâmetros orgânicos (aplicáveis), corresponde ao somatório dos valores quantificáveis apresentados.  
*The result for the sum of the organic parameters performed by LABQUI (if applicable) is the sum of individual quantifiable values shown.*

OResultado para HTP Fracção (C10-C50) corresponde à soma dos valores quantificáveis apresentados para as cadeias: HTP Fracção (C16- C34), HTP Fracção (C10-C16) e HTP Fracção (C34-C50) ou ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados para as cadeias mencionadas.  
*The result for TPH fraction (C10-C50) is the sum of quantifiable results of the fractions: TPH fraction (C16-C34), TPH fraction (C10-C16), and TPH fraction (C34-C50), or the highest limit of quantification presented for these chains, if not achieved quantifiable results.*

VMA - Valor Máximo Admissível; VLE - Valor Limite de Emissão; VMR - Valor Máximo Recomendado; LQ - Limite de Quantificação.  
*VPM - Maximum Permissible Value; ELV - Emission Limit Value; RMV - Recommended Maximum Value; LQ - Limit of Quantification.*

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.

[a] - Test not included in the scope of accreditation

[b] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[b] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor and included in the scope of accreditation of LABQUI

[c] - Ensaio subcontratado acreditado no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[c] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor and not included in the scope of accreditation of LABQUI

[d] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[d] - Subcontracted test not included in the scope of accreditation of the subcontractor and included in the scope of accreditation of LABQUI

[e] - Ensaio subcontratado não incluído no âmbito da acreditação do subcontratado e não incluído no âmbito da acreditação do LABQUI.

[e] - Subcontracted test not included in the scope of accreditation of the subcontractor and not included in the scope of accreditation of LABQUI

Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.

*This report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of ISQ. The results contained in this report relate only to the samples submitted to test, it doesn't approve or disapprove the samples tested.*

Responsável pela emissão de resultados

*Responsible for issuing results*Tânia Santos  
Responsável Técnico*Technical Director*instituto de soldadura  
e qualidade

LABQUI/Mod. 67/05

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

labqui@isq.pt

www.isq.pt

Porto: R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 56 - Boletim de análise do cloro ativo para o ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08965/19  
LABQUI Ref.: 08965/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08965/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08965/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação: A0**  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 2,0 x 10 <sup>-3</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 57 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 0 mg/l, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08965/19  
LABQUI Ref.: 08965/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08965/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08965/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: A0  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

Duração da análise: 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

Emissão do boletim: 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual  
Type: Grab sampling

Início: 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

Fim: 02-04-2019  
End: 02-04-2019

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 58 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 0 mg/l, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08966/19  
LABQUI Ref.: 08966/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08966/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08966/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação: A5**  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 2,0 \times 10^{-3}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 59 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 4.4 mg/l, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08966/19  
LABQUI Ref.: 08966/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08966/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08966/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação: A5**  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	0,41	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	0,49	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 60 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 4.4 mg/l, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08967/19  
LABQUI Ref.: 08967/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08967/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08967/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação: A10**  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 2,0 x 10 <sup>-3</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromodiclorometano Dibromodichloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 61 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 8.7 mg/l, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08967/19  
LABQUI Ref.: 08967/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08967/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08967/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: A10  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

Duração da análise: 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

Emissão do boletim: 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual  
Type: Grab sampling

Início: 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

Fim: 02-04-2019  
End: 02-04-2019

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	1,3	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	1,9	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	0,65	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 62 - Boletim de análise do cloro livre , combinado e total para a concentração de cloro doseada de 8.7 mg/l, ensaio 5



**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08968/19  
LABQUI Ref.: 08968/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08968/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08968/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação: A50**  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$1,2 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromodiclorometano Dibromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$1,2 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 63 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 43.7 mg/l, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08968/19

LABQUI Ref.: 08968/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08968/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial

BOL-LAB-0002/19-1.08968/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** A50

Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado

Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019

Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019

Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019

Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente

Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual

Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019

Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019

End: 02-04-2019

**Dados complementares:**

Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	8,9	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	13	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	4,1	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 64 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 43.7 mg/l, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08969/19  
LABQUI Ref.: 08969/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08969/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08969/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** A60  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$1,3 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$1,1 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$2,4 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 65 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 52.4 mg/l, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08969/19  
LABQUI Ref.: 08969/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08969/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08969/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: A60  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

Duração da análise: 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

Emissão do boletim: 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual  
Type: Grab sampling

Início: 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

Fim: 02-04-2019  
End: 02-04-2019

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	11	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	14	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	3,4	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 66 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 52.4 mg/l, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08970/19  
LABQUI Ref.: 08970/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08970/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08970/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação: A80**  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$1,6 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$2,0 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$1,6 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$1,7 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$6,9 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 67 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 69.9 mg/l, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08970/19  
LABQUI Ref.: 08970/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08970/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08970/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: A80  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

Duração da análise: 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

Emissão do boletim: 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual  
Type: Grab sampling

Início: 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

Fim: 02-04-2019  
End: 02-04-2019

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	16	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	22	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	6,2	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 68 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 69.9 mg/l, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08971/19  
LABQUI Ref.: 08971/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08971/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08971/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** A125  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$1,0 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$1,2 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$1,2 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$1,3 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$4,7 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 69 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 109.2 mg/l, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08971/19  
LABQUI Ref.: 08971/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08971/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08971/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** A125  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	0,10	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	0,14	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 70 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 109.2 mg/l, ensaio 5



**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08972/19  
LABQUI Ref.: 08972/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08972/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08972/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** A150  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$2,3 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$2,6 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$2,5 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$2,8 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		0,10	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 71 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 131 mg/l, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08972/19  
LABQUI Ref.: 08972/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08972/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08972/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** A150  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	2,7	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	3,0	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	0,28	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 72 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08973/19  
LABQUI Ref.: 08973/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08973/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08973/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** B15  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$1,0 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$1,0 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 73 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 131 mg/l + Metabissulfito – 15 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08973/19  
LABQUI Ref.: 08973/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08973/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08973/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** B15  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 74 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l + Metabissulfito – 15 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08974/19  
LABQUI Ref.: 08974/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08974/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08974/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** B30  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$1,0 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$1,0 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 75 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 131 mg/l + Metabissulfito – 30 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08974/19  
LABQUI Ref.: 08974/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08974/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08974/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** B30  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 76 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l + Metabissulfito – 30 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08975/19  
LABQUI Ref.: 08975/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08975/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08975/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** B60  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$1,1 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$1,1 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 77 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 131 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08975/19  
LABQUI Ref.: 08975/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08975/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08975/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: B60  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

Duração da análise: 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

Emissão do boletim: 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual  
Type: Grab sampling

Início: 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

Fim: 02-04-2019  
End: 02-04-2019

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 78 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 5



**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08976/19  
LABQUI Ref.: 08976/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08976/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08976/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** B90  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$1,1 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromodiclorometano Dibromodichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$1,1 \times 10^{-2}$	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 79 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 131 mg/l + Metabissulfato – 90 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08976/19  
LABQUI Ref.: 08976/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08976/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08976/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

Identificação: B90  
Identification:

Tipo de amostra: Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

Recepção: 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

Duração da análise: 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

Emissão do boletim: 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

Amostragem: Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

Tipo: Pontual  
Type: Grab sampling

Início: 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

Fim: 02-04-2019  
End: 02-04-2019

Dados complementares:  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 80 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l + Metabissulfito – 90 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08977/19  
LABQUI Ref.: 08977/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08977/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08977/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** B120  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$5,0 \times 10^{-3}$	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 81 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 131 mg/l + Metabissulfito – 120 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08977/19  
LABQUI Ref.: 08977/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08977/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08977/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** B120  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 82 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 131 mg/l + Metabissulfito – 120 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08978/19  
LABQUI Ref.: 08978/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08978/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08978/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** C15  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 2,0 \times 10^{-3}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 83 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 8.7 mg/l + Metabissulfito – 15 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08978/19  
LABQUI Ref.: 08978/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08978/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08978/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** C15  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 84 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 8.7 mg/l + Metabissulfito – 15 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III

2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08979/19  
LABQUI Ref.: 08979/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08979/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08979/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** C30  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 2,0 \times 10^{-3}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 85 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 8.7 mg/l + Metabissulfito – 30 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08979/19  
LABQUI Ref.: 08979/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08979/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08979/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** C30  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 86 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 8.7 mg/l + Metabissulfito – 30 min, ensaio 5



**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08980/19  
LABQUI Ref.: 08980/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08980/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08980/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** C60  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE)	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 2,0 \times 10^{-3}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromodiclorometano Dibromodichloromethane	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds	PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09	$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 87 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 8.7 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08980/19  
LABQUI Ref.: 08980/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08980/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08980/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** C60  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 88 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 8.7 mg/l + Metabissulfito – 60 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08981/19  
LABQUI Ref.: 08981/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08981/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08981/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** C90  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 2,0 \times 10^{-3}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds P.O.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		$< 1,0 \times 10^{-2}$ (LQ)	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 89 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 8.7 mg/l + Metabissulfito – 90 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08981/19  
LABQUI Ref.: 08981/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08981/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08981/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** C90  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 90 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 8.7 mg/l + Metabissulfito – 90 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 1 de 3  
Page 1 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08982/19  
LABQUI Ref.: 08982/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08982/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08982/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** C120  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Diclorometano Dichloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Cis-1,2-dicloroetano Cis-1,2-Dichloroethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetraclorometano Tetrachloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
1,1,1-Tricloroetano 1,1,1-Trichloroethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
1,2-dicloroetano (DCE) 1,2-Dichloroethane (DCE) PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Clorofórmio Chloroform PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 2,0 x 10 <sup>-3</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Tricloroetileno (TRI) Trichloroethylene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromodiclorometano Bromodichloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Tetracloroetileno Tetrachloroethylene PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Dibromoclorometano Dibromochloromethane PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Bromoformio Bromoform PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados Halogenated Volatile Organic Compounds PO.L.LABQUI-5.4/0048: Ed.A, Rev.09		< 1,0 x 10 <sup>-2</sup> (LQ)	mg/L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 91 - Boletim de análise dos compostos orgânicos voláteis para concentração de cloro doseada 8.7 mg/l + Metabissulfito – 120 min, ensaio 5

**LABQUI**

Laboratório de Química e Ambiente  
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras  
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

**Boletim de Análise**  
*Analysis Report*

Página 2 de 3  
Page 2 of 3

**Simarsul - Saneamento da Península de Setúbal, S.A.**

Estrada Nacional 10, Quinta do Conde III  
2975-403 Quinta do Conde

Ref. LABQUI: 08982/19  
LABQUI Ref.: 08982/19

**BOL-LAB-0002/19-1.08982/19 Boletim Definitivo - Revisão 0** Divulgação: Confidencial  
BOL-LAB-0002/19-1.08982/19 Definitive report - Revision 0 Diffusion: Confidential

**Identificação:** C120  
Identification:

**Tipo de amostra:** Água Residual - Efluente Tratado  
Sample type:

**Recepção:** 02-04-2019  
Received at: 02-04-2019

**Duração da análise:** 02-04-2019 a 12-04-2019  
Testing duration: 02-04-2019 to 12-04-2019

**Emissão do boletim:** 22-04-2019  
Report date: 22-04-2019

**Amostragem:** Da responsabilidade do cliente  
Sampling: Client responsibility

**Tipo:** Pontual  
Type: Grab sampling

**Início:** 02-04-2019  
Start: 02-04-2019

**Fim:** 02-04-2019  
End: 02-04-2019

**Dados complementares:**  
Additional data:

Ensaio Test	Norma Method	Resultado Result	Unidades Units	Limite de lei	VMR
Cloro Livre Free Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro Total Total Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----
Cloro combinado Combined Chlorine	SMEWW 4500 Cl-G, 23ª Edição	< 0,10 (LQ)	mg Cl <sub>2</sub> /L	-----	-----

Responsável pela emissão de resultados  
Responsible for issuing results

Tânia Santos  
Responsável Técnico  
Technical Director

Nota: Observações na Página (3).  
Note: Observations on Page (3).

**instituto de soldadura  
e qualidade**

LABQUI/Mod. 67/05

**Lisboa:** Av. Prof. Cavaco Silva, 33 - Taguspark - 2740-120 Oeiras Portugal  
Tels.: +351 214 229 065/214 229 420 Fax: +351 214 228 104

**labqui@isq.pt**

**www.isq.pt**

**Porto:** R. do Mirante, 258 4415-491 Grijó Portugal  
Tels.: +351 227 471 910/50 Fax: +351 227 471 919/227 455 778

Figura II 92 - Boletim de análise do cloro livre, combinado e total para a concentração de cloro doseada de 8.7 mg/l + Metabissulfito – 120 min, ensaio 5